ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 NOVEMBRE 1944.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES MAURAIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Lucien Cayeux est né le 26 mars 1864 à Semousies (Nord). Il a fait ses études à la Faculté des Sciences de Lille, où il eut pour maîtres, en Géologie et Minéralogie, Gosselet et Barrois. Préparateur de Géologie à la Faculté en 1887, il commença des recherches qu'il vint continuer dans le laboratoire de Marcel Bertrand à l'École des Mines de Paris, où il fut nommé préparateur en 1891; il y devint chef des travaux en 1902, professeur suppléant en 1904, et professeur titulaire de Géologie en 1907. Il abandonna cette chaire quand il fut nommé en 1912 professeur de Géologie au Collège de France. En 1901, il avait été nommé professeur de Géologie appliquée à l'Agriculture à l'Institut Agronomique.

Les recherches qui ont illustré le nom de Cayeux sont celles qu'il entreprit dès ses débuts sur les roches sédimentaires, et qu'il a continuées pendant toute sa vie. Ces roches, plus répandues que les roches éruptives, étaient beaucoup moins bien connues que ces dernières, qui avaient été longuement étudiées par Fouqué et Michel-Lévy et l'ont été depuis par notre Secrétaire perpétuel M. A. Lacroix. Cayeux leur consacra toute une suite de monographies, qui lui ont permis de faire connaître la composition intime de ces roches et de les grouper selon la nature de leurs éléments.

Un même plan a présidé à toutes ses descriptions. Toujours il part des sources, des roches cristallines constituantes, pour déterminer ensuite la composition, la nature, les proportions des divers éléments minéraux ou organiques intervenant; il suit alors leurs vicissitudes, leur décomposition, leurs transformations sous l'influence des agents chimiques, physiques et mécaniques, pour faire connaître le groupement définitif de leurs éléments dans les masses cohérentes variées qui sont les roches sédimentaires résultantes.

On doit ainsi à Cayeux d'une part des descriptions détaillées des caractères des roches sédimentaires, d'autre part des acquisitions précises sur leur mode

de formation; de plus, par l'étude des conditions de la génération de ces roches et des milieux où elle s'accomplit, il a étendu les connaissances sur les océans, les lacs et les rivières des diverses époques.

Il s'est attaché de préférence, dans ses recherches, à l'examen des roches les plus communes, telles que les roches siliceuses servant à l'entretien des routes, les calcaires employés dans les constructions, les minerais ferrugineux couramment exploités, les phosphates de France et d'Afrique du Nord; dans l'étude de ces roches qu'on pouvait croire bien connues, il a mis en évidence, imaginant souvent des procédés nouveaux, des faits importants qui avaient échappé jusque-là.

C'est sur les gisements français qu'il a surtout porté son examen, et il eut ainsi l'occasion de préciser en bien des points l'histoire géologique de la France. Par exemple, l'analyse de la craie lui a permis de dresser une carte de la mer du Bassin de Paris à l'époque crétacée.

Dans ces recherches, Cayeux a été un initiateur, et de Lapparent a signalé de bonne heure le grand intérêt de ses observations microscopiques, ouvrant en cette matière une voie nouvelle aux chercheurs.

Si considérables que soient les travaux de Cayeux sur les roches sédimentaires, ils n'ont pas absorbé toute son activité, et on lui doit en outre d'importantes recherches sur la Géologie de diverses provinces françaises, surtout dans le Nord, et de la Méditerranée orientale.

Il a fait, entre 1900 et 1914, plusieurs voyages dans cette dernière région, étudiant la stratigraphie et la tectonique de l'Archipel, et particulièrement de la Crète, dont il a donné une carte. Il a signalé le premier des phénomènes de charriage dans le Péloponèse et en Crète, où ils atteignent une grande ampleur. Dans ses travaux sur le terrain, comme dans ceux accomplis au laboratoire, Cayeux s'élevait aux conceptions générales, expliquant par exemple comment s'était formée la chaîne Dinarique avec autant d'ingéniosité qu'il en avait mis à interpréter le mode de formation des roches sédimentaires.

En même temps qu'il rendait à la science pure les plus éminents services, Cayeux ne négligeait pas les applications que ses travaux et ses méthodes pouvaient comporter pour l'industrie, l'agriculture, l'hydrologie. Ses études sur la constitution de la terre arable lui ont permis de donner à son enseignement à l'Institut Agronomique une grande originalité et un caractère pratique. Ses recherches sur les minerais de fer l'ont conduit à annoncer un prolongement du Bassin de Normandie, qui fut reconnu par des sondages et étendu jusqu'à Mézidon. L'Archéologie lui est redevable des indications qu'il a données sur Délos, qui ont précisé le régime hydrographique de cette île dans l'antiquité et orienté fructueusement les fouilles.

Plusieurs fois lauréat de l'Académie des Sciences, Cayeux y fut élu le 23 janvier 1928. Il appartenait aussi à l'Académie d'Agriculture, où il fit d'importantes communications sur les terres et sur les phosphates.

Depuis quelques années il s'était retiré à Mauves-sur-Loire, dans la Loire-Inférieure, mais continuait à travailler et venait de temps en temps à Paris pour se documenter. Un télégramme, envoyé de Nantes à M. A. Lacroix le 2 novembre, annonçait sa mort subite.

L'importance de son œuvre, la droiture de son caractère, son aménité lui avaient acquis parmi nous une grande autorité et une profonde et générale affection.

ÉLECTIONS.

M. le **Ministre de la Santé publique** prie l'Académie de bien vouloir lui faire savoir si elle maintient la désignation de M. **H. Vincent** pour faire partie du *Conseil Supérieur d'Hygiène publique de France.*

L'Académie maintient cette désignation.

PLIS CACHETÉS.

M[lle] **Jeanne Lévy** demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 10 juillet 1944 et enregistré sous le n° 11989.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient la Note suivante, dont l'Académie ordonne la publication :

Biochimie de la choline et de ses dérivés. Préparation de la choline hydrosoluble combinée à partir de l'ovolécithine. Purification. Réactions d'identification. Propriétés. Note de M. **Ernest Kahane** et M[lle] **Jeanne Lévy** (¹).

L'étude de l'autolyse de l'intestin conduit à admettre qu'après la mort des cellules, la totalité des lécithines du tissu intestinal se dégradent suivant un processus enzymatique et fournissent soit un dérivé cholinique complexe, hydrosoluble, soit de la choline caractérisable par la réaction de Florence. Ce processus enzymatique, dû à une lécithase B, est vraisemblablement identique à celui qui se poursuit lentement dans un fragment d'intestin maintenu en survie dans du liquide de tyrode oxygéné.

La choline hydrosoluble combinée qui se trouve dans l'extrait de tissu intestinal autolysé, puis déféqué par le sulfate ferrique et le carbonate de calcium, présente des propriétés chimiques analogues à celles de la choline hydrosoluble combinée caractérisée dans le sperme [E. Kahane et Jeanne Lévy (²)], dans les divers tissus de mammifères [E. Kahane et Jeanne Lévy (³)] et dans *Patella vulgata* [E. Kahane et Jeanne Lévy (⁴)]. Elle est capable sous l'influence, soit

(¹) Travail effectué de 1939 à 1944.

(²) *Comptes rendus*, **202**, 1936, pp. 2186-2188; *Bull. Soc. Chim. biol.*, **19**, 1937, pp. 959-975.

(³) *Bull. Soc. Chim. biol.*, **21**, 1939, pp. 250-255.

(⁴) *Bull. Soc. Chim. biol.*, **21**, 1939, pp. 255-263.

d'un extrait prostatique, soit de l'eau de diffusion de l'intestin, soit d'une hydrolyse acide, de libérer la totalité de la choline qu'elle contient. Elle est soluble dans l'eau, dans les alcools méthylique et éthylique, non soluble dans l'acétone; elle ne donne pas avec le réactif iodoioduré la réaction de Florence, ne précipite pas avec le réactif de Reinecke, ni avec l'acide phosphotungstique; elle est parfaitement dialysable. En solution méthylique, elle est adsorbable par la permutite ou l'actigel, puis est facilement éluée par traitement à l'eau bouillante.

Il est possible d'isoler une substance identique ou de la même famille, soit en faisant agir sur différents organes de rat, notamment le cerveau et le rein, la lécithase de l'intestin, soit encore en mettant en contact cette même lécithase avec l'ovolécithine.

Nous avons purifié la substance obtenue par ce dernier procédé par des adsorptions et des élutions successives, et nous avons établi, à chaque stade de purification, le rapport du poids de l'extrait sec au poids de chlorure de choline qu'il contient. Ce rapport caractérise l'état de pureté de l'extrait. Les chiffres les plus faibles que nous ayons obtenus sont 2,2 et 1,95. Si nous admettons que la choline hydrosoluble combinée est du glycérophosphate de choline, le rapport théorique est égal à 1,95 ou à 1,84, suivant que l'on attribue à cette dernière substance la formule

$$CH^2OH-CHOH-CH^2-O-P\begin{cases} O \\ O-CH^2-CH^2-N{\equiv}(CH^3)^3OH \\ OH \end{cases}$$

ou

$$CH^2OH-CHOH-CH^2-O-P\overset{O}{\diagup}\;O-CH^2-N{\equiv}(CH^3)^3 \quad \text{(P and N bridged by } -O-) \quad (^5).$$

Mais le plus souvent, ce rapport est plus élevé et varie de 2,5 à 4 par suite de la présence d'impuretés difficiles à séparer. Nous avons également déterminé le rapport chlorure de choline/acide phosphorique, qui, théoriquement, est égal à 1,42 et qui, dans les extraits purifiés, a varié de 1,39 à 1,48. De plus nous avons caractérisé l'acide glycérophosphorique dans l'hydrolysat.

La choline hydrosoluble combinée semble dépourvue d'actions pharmacodynamiques importantes (6). Elle ne possède aucune propriété hémolysante

(5) Cette hypothèse est conforme à celle qui a été formulée par Contardi et Ercoli (*Biochem. Zeitsch.*, **261**, 1933, pp. 275-302), qui ont admis que la lécithase B décompose la lécithine en fournissant du glycérophosphate de choline, qu'ils ne caractérisent ni n'analysent d'ailleurs. Elle s'accorde également avec celle de Mlle Le Breton et Pantaleon (*C. R. Soc. Biol.*, **138**, 1944, pp. 36-38 et 38-39), qui ont découvert une lécithase dans le sérum et le sang, capable d'hydrolyser les phosphates du sang en glycérophosphate de choline.

(6) Le glycérophosphate de choline a été préparé, soit synthétiquement, soit à partir de la lécithase, par Mihalik, Jeney et Uri (*Ber. ges. Physiol.*, **126**, 1941, p. 480) et par Valyi, Nagy et Mihalik (*ibid.*, **131**, 1943, p. 235). Ces auteurs ont également examiné les propriétés pharmacodynamiques de cette substance, qui apparaissent peu importantes.

comparable à celle de la lysocithine. Elle est pratiquement, aux doses faibles, sans action sur les vaisseaux, sur le cœur, le péristaltisme intestinal et le muscle strié; aux doses élevées, elle déprime le cœur et provoque une inhibition du péristaltisme intestinal. Étant donnée son action probable dans le métabolisme des graisses, nous avons examiné l'action de la choline hydrosoluble combinée sur la consommation d'oxygène des cellules hépatiques du rat, qui est fortement augmentée sous l'influence de la choline; la choline hydrosoluble combinée paraît pratiquement sans action sur le métabolisme du foie.

Conclusions. — 1° Dans l'autolyse de l'intestin de rat, une lécithase B hydrolyse la totalité des lécithines. Cette lécithase peut agir sur divers subtrats.

2° La lécithase B de l'intestin de rat est capable d'hydrolyser, dans certaines conditions, l'ovolécithine et de la transformer en un complexe cholinique hydrosoluble.

3° Nous avons directement extrait, à partir du sperme, des organes de mammifères et de *Patella vulgata*, de la choline hydrosoluble combinée analogue à ce complexe.

4° D'après l'analyse de ses fonctions, la choline hydrosoluble combinée semble s'identifier au glycérophosphate de choline. Elle est dépourvue des propriétés pharmacodynamiques reconnues à la choline et à la plupart de ses esters. Il est probable qu'elle joue un rôle prépondérant dans le métabolisme des graisses.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces de la Correspondance :

Henri Béghin. *Cours de Mécanique*. École Polytechnique, 1re Division, 1942-1943, et 2e Division, 1943-1944 (2 volumes polycopiés) (présenté par M. Joseph Pérès).

TOPOLOGIE. — *Nombres semi-réels et espaces ultramétriques.* Note [1] de M. **Marc Krasner**, présentée par M. Élie Cartan.

En vue d'applications ultérieures, je vais introduire certaines notions, qui ne sont pas, d'ailleurs, entièrement nouvelles.

I. *Nombres semi-réels.* — L_0 étant l'ensemble des nombres réels (y compris $+\infty$ et $-\infty$), ordonné par l'ordre habituel, et Z étant l'ensemble des trois signes $\{+, n, -\}$, ordonné de manière que $+ > n > -$, les éléments du produit $L = L_0 \times Z$ des ensembles L_0, Z [c'est-à-dire les couples $\rho = (\rho_0, \zeta)$, $\rho_0 \in L_0$, $\zeta \in Z$] ordonné lexicographiquement [autrement dit, si $\rho'_0 < \rho''_0 (\rho'_0, \rho''_0 \in L_0)$,

(1) Séance du 23 octobre 1944.

$(\rho'_0, n) < (\rho'_0, +) < (\rho''_0, -), < (\rho''_0, n)]$ seront appelés *nombres semi-réels* (2). $[\rho] = \rho_0$ sera appelé la *valeur réelle* du nombre semi-réel $\rho = (\rho_0, \zeta)$, et $< \rho > = \zeta$ sera appelé son *espèce*. Deux nombres semi-réels seront dits *d'espèces non-opposées* si ou bien $< \rho' > = < \rho'' >$, ou bien un des $< \rho' >$, $< \rho'' >$ est n. Si ρ', ρ'' sont d'espèces non opposées, on définira leur somme $\rho' + \rho''$ et leur produit $\rho' . \rho''$ comme les nombres semi-réels tels que $[\rho' + \rho''] = [\rho'] + [\rho'']$, $[\rho' . \rho''] = [\rho'] . [\rho'']$ et $< \rho' + \rho'' > = < \rho' . \rho'' > = i(< \rho' >, < \rho'' >)$, ou $i(+,+) = i(+,n) = i(n,+) = +, i(n,n) = n, i(n,-) = i(-,n) = i(-,-) = -$. Un nombre réel ρ_0 sera identifié avec le nombre semi-réel (ρ_0, n) [cette identification conserve l'ordre et les opérations rationnelles dans L_0], et l'on écrira $\rho_0^+, \rho_0, \rho_0^- (\rho_0 \in L_0)$ au lieu de $(\rho_0, +)$, (ρ_0, n), $(\rho_0, -)$. $L_0 \cup \{+\infty^+, -\infty^-\}$ est dense sur P, et tous ses éléments sont isolés sur P.

II. *Espaces ultramétriques* (3). — Un espace métrique E est dit *ultramétrique* si, $d(a, b)$ désignant la distance des $a, b \in E$, on a, pour tous $a, b, c \in E$, $d(a, c) \leqq \text{Max}[d(a, b), d(b, c)]$. Si $\rho > 0$ est un nombre semi-réel tel que $< \rho > \neq -$, et si $a \in E$, l'ensemble $C_E(a; \rho)$ des $e \in E$ tels que $d(a, e) < \rho$ sera appelé le *cercle de centre a et de rayon* ρ *dans* E. $C_E(a; \rho)$ sera dit *de* 1re ou *de* 2e *espèce* suivant que $< \rho > = +$ ou n. Deux cercles d'un espace ultramétrique sont disjoints quand aucun d'eux ne contient l'autre; quand ils sont d'un même rayon, ils sont disjoints ou coïncident, et tout point d'un cercle dans un espace ultramétrique en est un centre. $C_E(a; \rho')$ et $C_E(a; \rho'')$ sont dits *coradiaux* si $[\rho'] = [\rho'']$ sans que $\rho' = \rho''$. Tout ensemble ouvert d'un espace ultramétrique est une réunion de cercles disjoints de rayon $> 0^+$.

Si $E^\star \subseteq E$, le plus grand nombre semi-réel ρ tel que $E^\star$ soit une réunion de cercles de rayon ρ dans E sera noté $\underline{\rho}(E^\star)$ et appelé le *rayon inférieur* de $E^\star$, et la borne supérieure sur L des ρ tels que $E^\star$ contienne un cercle de rayon ρ dans E sera noté $\bar{\rho}(E^\star)$ et appelé le *rayon supérieur* de $E^\star$. $\varepsilon \geqq 0$ étant un nombre réel, $E^\star$ sera dit ε-régulier si $[\bar{\rho}(E^\star)] - [\underline{\rho}(E^\star)] \leqq \varepsilon$. Si $E^\star$ est 0-régulier, il sera dit *régulier* tout court, et, dans ce cas, $\bar{\rho}(E^\star) = \underline{\rho}(E^\star)$, et ce nombre, qui sera noté $\rho(E^\star)$, sera appelé le *rayon* de $E^\star$.

Si $E^{\star\star} \subseteq E^\star \subseteq E$, on appellera *ouverture de* $E^\star/E^{\star\star}$ *dans* E la réunion des cercles dans E contenus dans $E^\star$ et non disjoints avec $E^{\star\star}$.

Une relation d'équivalence P dans un espace ultramétrique E sera appelée un *diviseur* de E si $a \equiv b(P)$ et $d(a', b') \leqq d(a, b) (a, b, a', b' \in E)$ impliquent $a' \equiv b'(P)$. On montre que les diviseurs sont des subdivisions P_ρ de E en cercles d'un même rayon ρ, et inversement. Le minimum des ρ tels que $P = P_\rho$ sera

(2) Une construction analogue a été indiquée pour les ensembles ordonnés quelconques par G. Kurepa dans sa Thèse, Paris, 1937 (*Publ. Math. de Belgrade*, 4, 1935, pp. 1-138).

(3) Les seuls espaces ultramétriques considérés jusqu'à présent semblent être les corps et les algèbres valués.

noté $|P|$ et appelé *valuation* de P, et $\omega(P) = -\text{Log}\,|P|$ sera appelé *ordre* de P. P sera dit de 1re ou de 2e espèce suivant que $<|P|> = +$ ou n. Un diviseur P′ sera dit *diviseur* d'un diviseur P″ si $|P'| \geqq |P''|$. Le produit P′ P″ de deux diviseurs P′, P″ sera, par définition, le diviseur P_ρ tel que $\rho = |P'|.|P''|$.

A et B étant deux classes distinctes suivant un diviseur P, $d(a, b)$ est indépendant du choix des $a \in A$, $b \in B$, et peut être noté $d(A, B)$. Si l'on définit la distance dans l'ensemble quotient E/P comme égale à $d(A, B)$ si $A \neq B$, et égale à o si $A = B$, E/P devient un espace ultramétrique, qui est discret sauf (si $|P| = o^+$) quand il est égal à E.

Si E est, de plus, un espace de Banach sur un corps valué k (autrement dit un espace vectoriel normé sur k tel que $d(a, b) = |a - b|$ et que, pour tous $\alpha \in k$, $e \in E$, $|\alpha e| = |\alpha|.|e|$), $|e| = d(e, o)$ et $\omega(e) = -\text{Log}\,|e|$ seront dits la *valuation* et *l'ordre* de $e \in E$. Dans ce cas tout diviseur $P = P_\rho$ peut s'identifier avec la classe $C_E(o; \rho)$ de o suivant P, ce qui identifie l'ensemble des diviseurs de E avec celui des cercles du centre o dans E. En particulier, si E est un corps valué, ses diviseurs s'identifient ainsi avec ses idéaux, et cette identification conserve la divisibilité et la multiplication, et permet de caractériser un idéal par un seul nombre semi-réel (sa valuation ou son ordre) [4].

Une transformation T d'un espace ultramétrique E dans un espace ultramétrique E′ sera dite *centrale* en un $a \in E$ si tout cercle de centre a dans E se transforme en un cercle de même espèce et de centre Ta dans $TE \subseteq E'$. Elle est dite *partout centrale* si elle l'est en tout $a \in E$. T est dite une *quasi-similitude locale en a* s'il existe un voisinage V de a dans E tel que le rapport $d(Ta, Te) : d(a, e)$ soit indépendant de $e \in V$. Ce rapport sera noté $\mu_a(T)$ et appelé le *rapport de quasi-similitude de* T *en a*, et l'ensemble des $e \in E$ tels que $d(Ta, Te) = \mu_a(T).d(a, e)$ sera noté $\mathcal{E}t_a(T)$ et appelé *l'étoile de quasi-similitude de* T *en a*. Si $\mathcal{E}t_a(T) = E$, T sera dite une *quasi-similitude en a*. Si $\mu_a(T) = 1$, on parlera de *quasi-congruence locale*, de *l'étoile de quasi-congruence* et de *quasi-congruence* en a. S'il existe un voisinage V de a dans E tel que $d(Te', Te'') : d(e', e'')$ soit indépendant des $e', e'' \in V$, T sera dite une *similitude en a*, dont $\mu_a(T)$ sera appelé le *rapport de similitude en a;* le plus grand voisinage V satisfaisant à cette condition est un cercle $S_a(T) = C_E(a; \rho_a(T))$ qui sera appelé *cercle de similitude de* T *en a*, et son rayon $\rho_a(T)$ sera appelé le *rayon de similitude de* T *en a*. En particulier, si $\mathcal{E}t_a(T) = E$, T sera dite une *similitude*, et si $\mu_a(T) = 1$, on parlera de *congruence en a* et de *congruence*.

---

(4) A notre avis, les valuations et les ordres semi-réels remplacent avantageusement la *fonction symbolique* de M. Krull. Voir, par exemple, son article sur la Théorie des idéaux dans la nouvelle édition de l'*Enzycl. d. Math. Wiss.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la solution élémentaire d'une équation aux dérivées partielles associée à un espace riemannien harmonique.* Note de M. **Jean Nordon**, présentée par M. Élie Cartan.

L'espace riemannien V_n à n dimensions, d'élément linéaire $ds^2 = g_{ij}\,dx^i\,dx^j$, est supposé *harmonique* [1] au point O (de coordonnées x^i_0), c'est-à-dire que l'équation de Laplace $\Delta_2 u = 0$ admet une solution $f(s)$ fonction seulement de s distance géodésique de O au point courant M (de coordonnées x^i). Alors $\Delta_2 s = -f''(s)/f'(s)$ ne dépend que de s, et, inversement, s'il en est ainsi, l'espèce est harmonique en O. D'après Ruse on a, lorsque *les g_{ij} sont continûment différentiables,*

$$f(s) = (-1)^n (n-2)\int_s^\alpha \frac{J}{\sqrt{gg_0}}\,\frac{ds}{s^{n-1}},$$

α étant une constante, g et J les déterminants

$$g = |g_{ij}|, \qquad J = \left|\frac{\partial^2 \frac{1}{2}s^2}{\partial x^i\,\partial x^j_0}\right|,$$

g_0 la valeur de g en O. Le produit $s^{n-2}f(s)$ est deux fois continûment différentiable, et égal à *un* pour s nul.

Théorème I. — *L'espace V_n harmonique en O étant continûment différentiable, $K(s)$ une fonction telle que, pour s assez petit,*

$$|sK(s)| < A|s|^\alpha, \qquad (A \text{ const.} > 0,\ \alpha \text{ const.} \gtrless 0)$$

et $F(u)$ une fonction continue ayant une dérivée $F'(u)$, telle que, pour u assez grand positif,

$$\left|\frac{F(u)}{u}\right| < Bu^\beta, \qquad |F'(u)| < B'u^\beta \qquad (B \text{ et } B' \text{ const.} > 0),$$

β étant une constante telle que

$$\alpha \geqq \beta(n-2),$$

l'équation

$$\Delta_2 u = K(s)\,F(u) \tag{1}$$

admet une solution élémentaire ayant O pour point singulier et fonction de s seul.

Soit $h(s)$ cette solution supposée exister. On aura

$$\Delta_2 h = h'' - \frac{f''}{f'}h' = K(s)\,F[h(s)],$$

soit, en posant $h(s) = y(s)\,f(s)$,

$$\frac{f^2}{f'}y'' + \left(2f - \frac{f^2 f''}{f'^2}\right)y' = K(s)\,\frac{f^2(s)}{f'(s)}F[y(s)\,f(s)]. \tag{2}$$

---

(1) Voir A. Lichnerowicz, *Bull. Soc. Math. France*, **72**, 1944, pp. 146-168.

Cette équation admet au moins une solution telle que $y(O)=1$. En effet, en remarquant que le premier membre est une dérivée exacte, on a, si a est une constante,

$$y'(s)=\frac{f'(s)}{f^2(s)}\int_a^s K(t)\frac{f^2(t)}{f'(t)}F[y(t)f(t)]\,dt.$$

On intègre encore une fois, on échange l'ordre des intégrations par la formule de Dirichlet, on calcule la nouvelle constante par la condition $y(0)=1$, et l'on voit ainsi que, si $y(s)$ existe, c'est une solution de l'équation intégrale

$$(3)\qquad y(s)=1+\int_0^a \frac{K(t)f(t)}{f'(t)}F[y(t)f(t)]H(s,\,t)\,dt,$$

avec $H(s,\,t)=[1/f(t)]$ si $t\leqq s$, et $=[1/f(s)]$ si $s\leqq t$. [La condition $\alpha\geqq\beta(n-2)$ entraîne que la quantité sous le signe $\int$ est bornée pour s et t petits.]

On montre que (3) admet une solution pour a assez petit, par la méthode des approximations successives. On part de $y_0(t_0)=1$ et l'on pose

$$(4)\qquad y_n(s)=1+\int_0^a \frac{Kf}{f'}F(y_{n-1}f)H(s,\,t)\,dt.$$

La seule difficulté est de montrer que $y_n(s)$ est borné. On le fait en comparant (4) à la suite croissante

$$v_0=1,\qquad v_n=1+Cav_{n-1}^{\beta+1}\qquad (C\text{ const.}),$$

qui admet une limite, car $Cav^{\beta+1}-v+1=0$ admet toujours une racine supérieure à *un* pour a assez petit.

Un cas particulier intéressant du théorème I est celui où V_n est harmonique en chacun de ses points. On peut alors énoncer :

THÉORÈME II. — *L'équation*

$$(5)\qquad \Delta_2 u=F(u),$$

où $F(u)$ *est une fonction continue ayant une dérivée* $F'(u)$ *telle que, pour* u *assez grand positif,*

$$\left|\frac{F(u)}{u}\right|<Bu^{\frac{1}{n-2}},\qquad |F'(u)|<B'u^{\frac{1}{n-2}}\qquad (B\text{ et }B'\text{ const.}>0),$$

admet, dans un espace complètement harmonique continûment différentiable et quel que soit le point O *de l'espace, une solution élémentaire ayant* O *pour point singulier.*

On peut interpréter ces résultats de façon un peu différente :

La condition nécessaire et suffisante pour que l'équation (1) *dans les conditions du théorème* I *admette une solution ne dépendant que de s est que l'espace* V_n *soit harmonique en* O.

Dans le cas où $F(u)\equiv u$, les diverses équations obtenues sont linéaires et

d'étude directe un peu plus simple. En particulier, si $h(s)$ est une des solutions de (1), toutes celles qui ne dépendent que de s sont comprises dans la formule

$$\alpha h(s) + \beta h(s) \int_0^s \frac{f'(t)}{h^2(t)} dt,$$

où α et β sont deux constantes arbitraires.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Possibilité de superposition à la signalisation de sécurité par l'espace d'une signalisation régularisatrice par le temps.* Note [1] de M. **Hippolyte Parodi**, présentée par M. Albert Caquot.

La sécurité de la marche des trains de Chemin de fer est actuellemnt assurée au moyen du *Block System*, qui réalise ce que l'on a appelé l'espacement par la *distance*, par opposition à l'espacement par le *temps* antérieurement utilisé. C'est cependant l'espacement par le temps qui est naturellement imposé par les horaires ou les graphiques de Chemin de fer.

Quand deux trains se suivent, leur distance varie avec leurs vitesses et la signalisation de sécurité entre en action quand cette distance tombe au-dessous d'une valeur égale à la longueur de deux cantons successifs avec la signalisation à trois couleurs, à la longueur de trois cantons successifs avec la signalisation à quatre couleurs etc.

L'expérience et le calcul montrent que, si plusieurs trains se suivent à intervalles rapprochés, le fonctionnement de la signalisation entre les trains T_1 et T_2 peut avoir des répercussions sur la marche des trains T_3, T_4, T_5 ... du fait de la *cumulation* des retards imposés aux trains successifs par le jeu normal de la signalisation de sécurité. Cet effet est d'autant plus probable et gênant que le rapport entre la longueur des cantons et la distance normale d entre trains est plus grand et plus voisin de 1/2 avec la signalisation à trois couleurs, de 1/3 avec la signalisation à quatre couleurs etc.

Cet inconvénient peut être évité en superposant à la signalisation par la distance une signalisation régularisatrice par le temps, imposant entre les époques de passage en un point de deux trains successifs un intervalle de temps déterminé. Ce résultat pourrait être obtenu en munissant chaque signal d'un relais temporisé, à durée de temporisation τ réglable. Ce relais serait déclenché au moment t du passage de la tête d'un train devant le signal et serait en marche du temps t au temps $t+\tau$. Pendant toute cette période de temps, le feu du signal serait *clignotant* au lieu d'être fixe, et il ne deviendrait fixe qu'à partir du temps $t+\tau$.

Un mécanicien passant devant un signal saurait que le train qui le précède est passé là plus ou moins de τ minutes avant lui, suivant la nature du feu, clignotant ou fixe, et il pourrait régler l'allure de sa marche en conséquence.

(1) Séance du 9 otobre 1944.

En faisant correspondre aux intervalles de temps $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \ldots$ des fréquences $f_1, f_2, f_3 \ldots$ de clignotement différentes, il serait possible de donner au mécanicien des indications encore plus précises sur l'espacement en temps existant entre son train et celui qui le précède.

En réglant les durées τ de temporisation des signaux pour les cantons voisins des gares (où des accumulations de trains peuvent occasionnellement se produire), de manière à les faire croître de zéro à une valeur τ_m correspondant à l'espacement minimum du graphique, on arriverait à imposer un espacement régulier des trains en pleine voie sans retarder le dégagement de la gare; le nombre des signaux pour lesquels la durée de temporisation serait inférieure à τ_m serait choisi d'après la vitesse des trains et la nature de la ligne.

GÉODÉSIE. — *Sur un système d'altitudes dynamiques rectifiées.* Note de M. **Jean Vignal**, présentée par M. Georges Perrier.

Les diverses surfaces de niveau terrestres ne sont pas parallèles les unes aux autres, en raison des variations de la gravité g le long de l'une d'elles. Il en résulte, pour un polygone fermé nivelé sans erreur, un *écart de fermeture* souvent considérable, de nature à masquer complètement les erreurs des nivellements modernes.

Définition des altitudes orthométriques et dynamiques. — Cela oblige à préciser la notion d'altitude d'un point. On le fait habituellement de deux façons.

L'*altitude orthométrique* H d'un point A est sa hauteur Aa, comptée selon la verticale, au-dessus d'une *surface horizontale de référence* (d'altitude $H = 0$), arbitraire, et en général toujours choisie très voisine du niveau moyen de la mer.

L'*altitude dynamique* Z d'un point A est proportionnelle au travail effectué contre la pesanteur pour déplacer jusqu'au point A une masse unité, à partir d'un point O de la *surface horizontale de référence* précédente (d'altitude $Z = 0$). Ce travail a pour expression $\int_0^A g\,dh$, en appelant dh chaque élévation élémentaire brute, et g la gravité dans la région correspondante. Pour rendre l'altitude Z homogène à une longueur, et voisine de la notion habituelle d'altitude, on pose, $g_{0,50}$ étant une valeur moyenne de g,

$$Z = \frac{1}{g_{0,50}} \int_0^A g\,dh.$$

On appelle *corrections orthométrique ou dynamique* entre deux points *voisins* les corrections respectives à ajouter à leur différence de niveau brute Δh, pour obtenir leur différence d'altitudes orthométriques ΔH ou dynamiques ΔZ.

Critique des altitudes orthométriques et dynamiques. — Les altitudes orthométriques H sont telles qu'entre deux points *voisins*, leur différence ΔH coïncide

sensiblement avec la différence de niveau brute Δh mesurée. Mais elles ne sont pas *physiquement déterminables*, car elles dépendent des valeurs réelles g, inaccessibles, de la gravité au-dessous du sol, entre le sol et la surface de référence d'altitude nulle. Elles ne peuvent donc être qu'*approximatives*, déduites des valeurs approximatives g' de la gravité sur la Terre, fournies par une formule théorique, telle que celle de Clairaut et Bouguer. Il en résulte que les corrections orthométriques ne satisfont qu'imparfaitement à leur objet essentiel, qui est d'annuler l'écart de fermeture d'un polygone quelconque, nivelé sans erreur; et le résidu d'écart de fermeture qu'elles laissent subsister n'est pas négligeable.

Les *altitudes dynamiques correctes* Z sont physiquement déterminables, car elles peuvent être déduites des valeurs exactes g de la gravité mesurées le long des cheminements nivelés; elles correspondent à des corrections dynamiques exactes, qui annulent rigoureusement les écarts de fermeture précédents. Mais, entre deux points *voisins*, la différence d'altitudes dynamiques ΔZ peut s'écarter très sensiblement de la différence de niveau brute Δh mesurée, puisqu'on a par définition $\Delta Z = (g/g_{0.50})\Delta h$. L'écart relatif entre ΔZ et Δh, égal à l'écart relatif entre g et $g_{0.50}$, peut atteindre, sur de larges portions du globe, 2 ou 3/1000, et serait perceptible à des mesures même fort grossières.

Quant aux *altitudes dynamiques approximatives*, déduites des valeurs approximatives g' de la gravité fournies par une formule théorique, elles cumulent les deux inconvénients précédents.

Définition des altitudes dynamiques rectifiées. — On peut définir de la façon suivante des altitudes qui échappent à ces deux inconvénients, et que nous proposons d'appeler *altitudes dynamiques rectifiées* K.

On part des *altitudes dynamiques correctes* Z, obtenues comme il a été dit, à l'aide des différences de niveau brutes mesurées, et des valeurs exactes g de la gravité, déterminées le long des cheminements nivelés. Et les *altitudes dynamiques rectifiées* K sont les altitudes orthométriques H' qui correspondraient à ces mêmes altitudes dynamiques Z, sur un globe fictif où la gravité g' serait donnée par une formule théorique, telle que celle de Clairaut et Bouguer, représentant approximativement les variations de la gravité sur la Terre.

Critique des altitudes dynamiques rectifiées. — En premier lieu l'altitude dynamique rectifiée K est bien définie et physiquement déterminable en tout point du sol. Le long d'un polygone fermé quelconque, sa variation totale est nulle; par suite la correction dynamique rectifiée totale annule rigoureusement l'écart de fermeture du polygone, supposé nivelé sans erreur.

En second lieu, soient deux points *voisins*. Considérons, dans leur voisinage, les valeurs de la gravité vraie g et de la gravité approximative g' fournie par la formule théorique utilisée. On voit aisément que la différence ΔK de leurs altitudes dynamiques rectifiées est liée à leur différence de niveau brute mesurée Δh par la relation $\Delta K = (g/g')\Delta h$. Comme g s'écarte rarement de g'

de plus de 100 milligals, soit 1/10000 de g, l'écart relatif entre ΔK et Δh dépassera rarement 1/10000, en des régions localisées.

On peut même, pour améliorer l'accord, entre points voisins, de ΔK avec Δh, changer suivant la région la formule théorique utilisée de la gravité, à condition de maintenir la continuité, le long du sol, de la quantité K — Z.

Correction dynamique rectifiée. — Utilisons la valeur approximative g' de la gravité donnée par la formule de Clairaut et Bouguer

$$g' = g_{0,50}[1 - \alpha \cos 2\varphi - \beta H],$$

où φ représente la latitude, H l'altitude (sans qu'il soit utile de préciser de quelle altitude il s'agit), et où

$g_{0,50} = 980663$ gals, $\alpha = 2,64 \cdot 10^{-3}$, $\beta = 0,197 \cdot 10^{-6}$ (H étant exprimé en mètres).

On obtient sans peine les expressions suivantes de la correction dynamique rectifiée $C_K = \Delta K - \Delta h$ entre deux points voisins, et de la différence K — Z en un point :

$$C_K = \Delta K - \Delta h = \frac{g - g'}{g_{0,50}} \Delta h - 2\alpha H \sin 2\varphi \, \Delta\varphi,$$

$$K - Z = \alpha H \cos 2\varphi + \beta \frac{H^2}{2}.$$

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur les corpuscules de spin* 0.
Note de M. **Gérard Petiau.**

I. *Représentation des corpuscules de spin* 0. — *a.* Le corpuscule de spin 0 du premier type (mésoton scalaire) est représenté par les cinq fonctions d'ondes ψ_0, ψ_μ ($\mu = 1, 2, 3, 4$) ayant les caractères tensoriels d'un invariant et d'un vecteur, satisfaisant aux équations

$$\partial_t \psi_0 = i k_0 \psi_4; \quad \partial_p \psi_0 = i k_0 \psi_p; \quad \partial_t \psi_4 = \Sigma_p \partial_p \psi_p + i k_0 \psi_0,$$

$$\left(k_0 = \frac{2\pi}{h} m_0 c; \quad g_{pp} = -1, \quad g_{44} = +1, \quad g_{p4} = g_{pq} = 0\right).$$

Ce système s'écrit encore en notations matricielles

(1) $$\partial_t(e_{04} + e_{40})\psi = [\Sigma_p \partial_p (e_{0p} + e_{p0}) + i k_0 (e_{00} + e_{44} - \Sigma_p e_{pp})]\psi;$$

et par suite le corpuscule est caractérisé par cinq grandeurs : un invariant I, deux vecteurs A_μ et S_μ, un tenseur symétrique du second ordre $T_{\mu,\nu}$, un tenseur antisymétrique du second ordre $F_{\mu\nu}$, dont les densités de valeur moyennes se calculent au moyen des matrices

$$I = e_{00} + e_{44} - \Sigma_p e_{pp}; \quad A_\mu = e_{0\mu} + e_{\mu 0}; \quad S_\mu = i(e_{0\mu} - e_{\mu 0});$$
$$T_{\mu,\nu} = e_{\mu\nu} + e_{\nu\mu} + g_{\mu\nu}(e_{00} + \Sigma_p e_{pp} - e_{44}); \quad F_{\mu\nu} = i(e_{\mu\nu} - e_{\nu\mu}).$$

En normant par $\int_v \psi^* A_4 \psi \, dv = 1$, l'équation (1) admet les solutions ondes planes monochromatiques

$$\psi_0 = \frac{k_0}{\sqrt{2 k k_0 v}} e^{i k_\mu x^\mu}, \qquad \psi_\mu = \frac{k_\mu}{\sqrt{2 k k_0 v}} e^{i k_\mu x^\mu}.$$

D'autre part, $\psi^{(l)}$ et $\psi^{(m)}$ désignant deux états d'ondes planes, l'équation (1) entraîne les relations

$$\partial_\mu[\psi^{m*}A^\mu\psi^{l}]=0,\qquad \partial_\mu[\psi^{m*}T^{\mu,\nu}\psi^{l}]=0.$$

b. Le corpuscule de spin 0 de type N est représenté par un invariant ψ_0 et n tenseurs symétriques d'ordres 1, 2, ..., n, ψ_{μ_1}, ψ_{μ_1,μ_2}, $\psi_{\mu_1,\dots,\mu_r}$, $\psi_{\mu_1,\mu_2,\dots,\mu_n}$ liés par les relations $\psi_{\mu_1,\dots,\mu_r}{}^{\mu_r}=\psi_{\mu_1,\dots,\mu_{r-2}}$, $\psi_{\mu_1}{}^{\mu_1}=\psi_0$ et solutions des équations

$$\partial_{\mu_r}\psi_{\mu_1,\dots,\mu_r-1}=ik_0\psi_{\mu_1,\dots,\mu_r-1,\mu_r};\qquad \partial_{\mu_r}\psi^{\mu_1,\dots,\mu_r}=ik_0\psi^{\mu_1,\dots,\mu_r-1};$$
$$\partial_{\mu_1}\psi_0=ik_0\psi_{\mu_1};\qquad \partial_{\mu_1}\psi^{\mu_1}=ik_0\psi_0\qquad (r=1,2,\dots,n).$$

En normant les fonctions d'ondes par

$$\int_v\left[\psi_0^*\psi_4+\psi_4^*\psi_0+\sum_{r=1}^{n=1}(\psi^*_{\mu_1,\dots,\mu_{r4}}\psi^{\mu_1,\dots,\mu_r}+\psi^{*\mu_1,\dots,\mu_r}\psi_{\mu_1,\dots,\mu_{r4}})\right]dv=1,$$

ces équations admettent les solutions ondes planes monochromatiques

$$\psi_0=\frac{k_0}{\sqrt{2nkk_0v}}e^{ik_\mu x^\mu};\qquad \psi_\mu=\frac{k_\mu e^{ik_\mu x^\mu}}{\sqrt{2nkk_0v}};\qquad \psi^{\mu_1,\mu_2,\dots,\mu_r}=\frac{k_{\mu_1}k_{\mu_2}\dots k_{\mu_r}}{k_0^{r-1}\sqrt{2nkk_0v}}e^{ik_\mu x^\mu}.$$

II. *Interactions entre corpuscules de spin* 0 *du premier type*. — *a*. Interactions s'exerçant par l'intermédiaire d'un champ de corpuscules de spin 0 du premier type.

Le potentiel d'interaction entre le champ et une particule est de la forme $H_a^{(1)}=g_a I\psi_0+f_a A_\mu\psi^\mu$.

Par un calcul analogue à celui effectué dans le cas des interactions entre particules de spin $(1/2)(h/2\pi)$, on trouve pour élément de matrice correspondant à l'échange de la quantité de mouvement $\vec{k}$ entre deux corpuscules passant de l'état (01) à l'état (1) et de l'état (02) à l'état (2)

$$(2)\qquad H_a^{(1)}=-\frac{g_a^2}{v}\frac{(I)_{1,01}(I)_{2,02}}{k^2}-\frac{f_a^2}{v}\left[\frac{(A_4)_{1,01}(A_4)_{2,02}}{k_0^2}+\frac{(A_p k^p)_{1,01}(A_p k^p)_{2,02}}{k_0^2k^2}\right];$$

correspondant au potentiel

$$(3)\ V_a(r)=-\frac{g_a^2(I)_{1,01}(I)_{2,02}e^{-k_0|\vec r|}}{4\pi|\vec r|}-\frac{f_a^2(A_4)_{1,01}(A_4)_{2,02}\delta(|\vec r|)}{k_0^2}-\frac{f_a^2(\vec A\,\overrightarrow{\mathrm{grad}})_{1,01}(\vec A\,\mathrm{grad})_{2,02}}{k_0^2}\frac{e^{-k_0|\vec r|}}{4\pi|\vec r|}.$$

b. Interactions s'exerçant par l'intermédiaire d'un champ de corpuscules de spin 0 de seconde espèce.

L'opérateur d'interaction s'écrit $H_b^{(1)}=g_b I\psi_0+f_b A_\mu\psi^\mu+h_b T_{\mu,\nu}\psi_{\mu,\nu}$.

Les termes en g_b et f_b redonnent l'élément de matrice (2) et par suite le potentiel (3). Le terme en h_b donne un élément de matrice contenant des termes, en k^2, indépendants de k^2, et en $1/k^2$. Ces derniers s'écrivent

$$H_c^{(1)}=-\frac{h_b^2}{v}\frac{(\Sigma_{p,q}T_{p,q}k_pk_q)_{1,01}(\Sigma_{p,q}T_{p,q}k_pk_q)_{2,02}}{k_0^4k^2}.$$

Le potentiel correspondant $V(|\vec{r}|)$ comprendra donc des termes en $\delta'(|\vec{r}|)$, $\delta(|\vec{r}|)$ et un terme

$$V_b(r) = -h_c^2 \frac{(\Sigma_{p,q} T_{p,q} \operatorname{grad}_p \operatorname{grad}_q)_{1,01}(\Sigma_{p,q} T_{p,q} \operatorname{grad}_p \operatorname{grad}_q)_{2,02}}{k_0^4} \frac{e^{-k_0|\vec{r}|}}{4\pi|\vec{r}|}.$$

c. Interactions s'exerçant par l'intermédiaire d'un champ de corpuscules de spin $h/2\pi$, $(\Phi_\mu, \Phi[\mu\nu])$.

On a $H_c^{(1)} = g_c A_\mu \Phi^\mu + f_c F_{\mu\nu} \Phi^{[\mu\nu]}$, mais on voit facilement que la valeur moyenne de $F_{\mu\nu}$ est nulle, et par suite l'interaction provenant du terme en f_c sera négligeable. Le terme restant donne l'élément de matrice

$$H_c^{(1)} = \frac{g_c^2}{v}\left[\frac{(A_\mu)_{1,01}(A^\mu)_{2,02}}{k^2} - \frac{(A_4)_{1,01}(A_4)_{2,02}}{k_0^2} - \frac{(\vec{A}\vec{k})_{1,01}(\vec{A}\vec{k})_{2,02}}{k_0^2 k^2}\right]$$

correspondant au potentiel

$$V_c(r) = g_c^2\left[\frac{(A_\mu)_{1,01}(A^\mu)_{2,02}}{4\pi|\vec{r}|} e^{-k_0|\vec{r}|} - \frac{(A_4)_{1,01}(A_4)_{2,02}}{k_0^2}\delta(|\vec{r}|) + (\vec{A}\,\overrightarrow{\operatorname{grad}})_{1,01}(\vec{A}\,\overrightarrow{\operatorname{grad}})_{2,02}\frac{e^{-k_0|\vec{r}|}}{4\pi|\vec{r}|}\right].$$

d. Interactions s'exerçant par l'intermédiaire d'un champ de corpuscules de spin $2(h/2\pi)(\Phi_{\mu,\nu}, \Phi_{[\mu\nu],\rho}, \Phi_{[\mu\nu],[\rho\sigma]}$.

On a $H_d^{(1)} = g_d T_{\mu,\nu} \Phi^{\mu,\nu}$, d'où l'élément de matrice

$$H_d^{(1)} = -\frac{g_d^2}{v} \frac{(T_{\mu_1,\mu_2})_{1,01}(T^{\mu_1,\mu_2})_{2,02}}{k^2}$$

correspondant au potentiel

$$V_d(r) = -g_d^2 (T_{\mu_1,\mu_2})_{1,01}(T^{\mu_1,\mu_2})_{2,02} \frac{e^{-k_0|\vec{r}|}}{4\pi|\vec{r}|}.$$

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Nouveaux enregistreurs statistiques de perturbations électromagnétiques*. Note de M. **Fernand Carbenay**, présentée par M. Camille Gutton.

Nous avons rappelé ([1]) le principe des méthodes du condensateur (Curtiss, Watson-Watt) et du radiocinémographe (R. Bureau) couramment appliquées à l'enregistrement des perturbations électromagnétiques, et nous avons proposé une méthode nouvelle basée sur l'emploi d'enregistreurs à constantes de temps multiples.

La présente Note se rapporte aux nouveaux enregistreurs statistiques, à inscription mécanique, basés sur le principe exposé antérieurement. Ces appareils, soumis à l'action d'une différence de potentiel $f(t)$, donnent un

---

([1]) *Comptes rendus*, 212, 1941, p. 1029.

enregistrement de la forme

$$\theta = \frac{\Phi_0}{B_1} e^{-\alpha t} \int e^{\alpha t} f(t)\, dt + P\, e^{-\alpha t} \qquad \left(\alpha = \frac{1}{\tau}\right),$$

τ est la constante de temps principale (égale au rapport du coefficient d'amortissement B_1 au couple directeur par radian B_0), grande devant l'intervalle de temps σ séparant deux perturbations successives à la sortie du récepteur; la constante de temps secondaire est négligeable devant la constante de temps principale.

Si $f(t)$ représente, par exemple, une série de perturbations amorties $I_0 e^{-\gamma t}$, correspondant chacune au passage dans l'enregistreur d'une quantité d'électricité $q_0 = I_0 \tau_0$ (avec $\tau_0 = 1/\gamma$) et se succédant à la fréquence de n par seconde, la courbe enregistrée est une série d'oscillations autour d'une ordonnée moyenne

$$\theta_0 = \frac{\Phi_0}{B_0}(nq_0),$$

proportionnelle à la quantité d'électricité traversant l'appareil par unité de temps. L'amplitude relative des oscillations est, en supposant $\tau_0 \ll \sigma \ll \tau$, égale à

$$\frac{\Delta\theta_0}{\theta_0} = \alpha\sigma = \frac{1}{n\tau},$$

c'est-à-dire égale à l'inverse du produit de la fréquence des perturbations par la constante de temps principale.

L'enregistreur comporte généralement trois éléments identiques pour inscrire les perturbations sur trois longueurs d'onde ou pour enregistrer trois composantes d'un champ électromagnétique. Chaque élément est composé d'un cadre mobile, suspendu par un fil d'acier, parcouru par le courant à enregistrer; ce cadre se déplace dans l'entrefer d'un aimant ou d'un électroaimant. L'équipage mobile comprend, outre le cadre et le porte-style, un dispositif amortisseur à huile produisant un couple d'amortissement prépondérant par rapport aux autres couples passifs auxquels est soumis l'équipage.

L'appareil est caractérisé par une constante de temps principale τ et une constante de temps secondaire τ_s très petite devant la précédente et égale au rapport du moment d'inertie B_2 de l'équipage mobile au coefficient d'amortissement B_1. Ces deux constantes de temps sont liées par la relation $T = 2\pi\sqrt{\tau\tau_s}$, T étant la période propre des oscillations de l'équipage. La constante de temps principale peut atteindre plusieurs centaines de secondes; il existe toutefois une limite supérieure au delà de laquelle la stabilité de l'équilibre du système mobile devient précaire.

La réalisation la plus simple du dispositif d'inscription, à coordonnées cartésiennes quasi rectilignes, implique une distance d du style à l'axe assez grande, et le tracé de la courbe est affecté d'un angle d'incertitude [2] dont la limite

---

[2] A. Blondel et F. Carbenay, *Comptes rendus*, **161**, 1915, p. 546.

supérieure ε est égale au quotient du couple de frottement $D = fd$ (f, force de frottement style-papier) par le couple directeur par radian B_0; $\varepsilon = \pm (D/B_0)$.

La sensibilité statique *linéaire* de l'enregistreur, rapport de l'ordonnée y mesurée sur le diagramme à l'intensité i du courant correspondant, est égale au produit du flux maximum Φ_0 embrassé par le cadre par le rapport de l'angle limite d'incertitude ε à la force de frottement f du style sur le papier

$$\frac{y}{i} = \Phi_0 \frac{d}{B_0} = \Phi_0 \frac{\varepsilon}{f}.$$

La comparaison d'enregistreurs semblables montre que, pour des cadres mobiles de même résistance et pour une même surélévation de température du circuit d'excitation de l'électroaimant, le rapport des sensibilités statiques linéaires est égal au cube du rapport des dimensions linéaires, c'est-à-dire approximativement au rapport des poids des appareils.

Un petit électroaimant alimenté par un courant périodique (secteur, par exemple) fait vibrer la tige métallique portant à une extrémité le style inscripteur, qui est écarté périodiquement du papier. La force de frottement est ainsi réduite, sans affecter le tracé de la courbe, dans un rapport de 4 ou 5, ce qui permet de diminuer dans le même rapport tous les couples, actif et passifs, auxquels est soumis l'équipage mobile, et par suite d'obtenir une sensibilité statique linéaire de *un millimètre par microampère*, avec un enregistreur ayant les caractéristiques suivantes :

Couple directeur par radian, $B_0 = 0{,}6 . 10^6$ C. G. S.; Flux, $\Phi_0 = 1{,}14 . 10^{10}$ maxwells;
Résistance du cadre mobile, $R = 15500$ ohms; Période propre, $T = 17$ secondes.

ÉLECTRONIQUE. — *Moyen simple d'observation d'images électroniques.* Note de M. **Stanislas Goldsztaub**, présentée par M. Charles Fabry.

Les images électroniques qui se forment dans les différents appareils utilisant de faisceaux électroniques peuvent être mises en évidence soit par des écrans fluorescents, soit par des plaques ou papiers photographiques.

Une autre méthode, employée pour l'examen des foyers des tubes à rayons X, consiste à utiliser les rayons X émis sous l'effet des électrons par l'anticathode pour former une image de cette source de rayons X sur une plaque photographique placée à l'extérieur du tube. Cette image est obtenue, à défaut d'optique pour rayons X, par un petit trou percé dans un écran.

Les deux premières méthodes présentent les inconvénients suivants :

1° les écrans et les émulsions supportent mal les densités électroniques élevées comme celles des foyers des tubes à rayons X par exemple;

2° l'écran ou la surface sensible étant placé dans le vide à l'intérieur de l'appareil, il est nécessaire de démonter l'appareil pour les remplacer.

Quant à la troisième méthode, son pouvoir séparateur étant de l'ordre du diamètre du trou, elle exige des temps d'exposition prohibitifs toutes les fois qu'on examine des images électroniques petites.

Le moyen simple d'observation décrit dans cette Note permet d'observer soit directement, soit par photographie, des images électroniques intenses. La qualité des images est en général suffisante, le pouvoir séparateur étant de l'ordre de $0^{mm},1$. De plus le papier photographique, étant à l'extérieur de l'appareil, est facile à changer.

Il suffit en effet de faire tomber les électrons sur une anticathode plane très mince et d'observer par transmission les rayons X émis, soit en recouvrant la face externe de l'anticathode de substance fluorescente, soit en y appliquant un papier photographique. J'ai appliqué ce procédé à l'examen soit des images réduites d'un diaphragme limitant un pinceau d'électrons, soit de l'image agrandie de l'ombre d'une toile métallique éclairée par un faisceau d'électrons. Dans les deux cas ces images étaient données par une lentille électromagnétique cuirassée.

Pour se rendre compte du pouvoir séparateur, on calcule l'éclairement E produit en un point M de la face externe d'une anticathode lamellaire par un point X de l'image électronique formée sur sa face interne

$$E = \frac{J e^{-\mu d} \cos i}{d^2},$$

expression dans laquelle J est l'intensité de la source, μ le coefficient d'absorption linéaire de l'anticathode, i l'angle d'incidence du rayon IM avec le plan éclairé et d l'épaisseur de l'anticathode.

Deux points voisins de l'image électronique vont produire un éclairement qui sera la somme des éclairements donnés par chaque point, et le pouvoir séparateur sera la plus petite distance de ces deux points produisant un éclairement présentant deux maxima distincts.

Dans le cas étudié l'anticathode était en cuivre de $0^{mm},1$ d'épaisseur. Les électrons de 24 kV excitaient le rayonnement K du cuivre, pour lequel $\mu = 464$, et le pouvoir séparateur calculé de l'ordre de $0^{mm},1$.

Tel que, ce procédé d'observation peut rendre des services, mais il présente l'inconvénient d'avoir un pouvoir séparateur inférieur à celui de la plaque photographique et de ne pas permettre d'obtenir des images de grande dimension; en effet l'anticathode mince est soumise à la pression atmosphérique et il est difficile de dépasser les dimensions de 2 ou 3^{cm} de diamètre. Il est possible toutefois d'obtenir des images nettement plus grandes en s'inspirant de la technique utilisée pour la construction des fenêtres de Lenard, en faisant supporter la lame par une grille métallique convenable. Ce procédé joindrait ainsi à l'avantage d'avoir de grandes images la possibilité d'utiliser des lames plus minces, ce qui augmenterait à la fois le pouvoir séparateur et la rapidité des prises de vue en diminuant l'absorption.

RAYONS X. — *Étude aux rayons X de certains caoutchoucs de synthèse : cas des polychloroprènes.* Note (1) de MM. **Henri Fournier** et **Jean-Jacques Trillat**, présentée par M. Maurice de Broglie.

Les caoutchoucs synthétiques obtenus à partir de l'isoprène ou d'autres hydrocarbures non saturés ont été étudiés par divers auteurs (Carothers, Katz, Meyer, Sebrell et Dinsmore) au moyen des rayons X. En général, ces produits se différencient nettement du caoutchouc naturel en ce sens qu'à l'état étiré, ils ne fournissent pas de diagrammes de fibre; cependant le μ-polychloroprène $CH^2{=}\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{C}}{-}CH{=}CH^2$ (néoprène), étiré aux environs de 500 %, donne un diagramme de fibre assez diffus, avec une période d'identité de 4,8 Å correspondant à la longueur d'une unité chloroprène sous la forme *trans*. Nous avons vérifié ce fait et trouvé en outre que le chauffage préalable du néoprène facilitait le processus d'orientation par traction.

Nous avons repris ces recherches avec un produit non encore étudié, le chloroisoprène

$$-CH^2-\,\vdots\,-CH^2-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{C}}=\underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}}-CH^2-\,\vdots\,-CH^2-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{C}}=\underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}}-CH^2-\,\vdots\,-CH^2-$$
$$\longleftarrow a \longrightarrow$$

qui présente également des propriétés élastiques et est susceptible de subir la vulcanisation en présence d'oxydes métalliques (MgO, ZnO, CdO, HgO etc.). Notre but était de chercher à apporter quelques éclaircissements, d'une part sur la structure moléculaire de ce corps, et d'autre part sur le mécanisme de la vulcanisation.

A l'état pur et non étiré, le chloroisoprène est amorphe (3 halos); étiré, il donne lieu à un diagramme de fibre, différent de celui du néoprène. La période d'identité suivant l'axe de fibre est égale à $a = 4{,}4$ Å correspondant à un groupe chloroisoprène; mais, seuls, les échantillons chauffés au préalable vers 140° donnent lieu à ce phénomène d'orientation et d'alignement des chaînes par traction. Il y a donc lieu de supposer que l'action de la chaleur a pour effet de modifier la structure (peut-être par dépolymérisation et départ de Cl) en permettant une régularisation des liaisons et par suite un meilleur alignement lors de la traction.

Le chloroisoprène ne prend des propriétés élastiques intéressantes qu'après incorporation d'oxydes métalliques et chauffage, ce qui correspond à ce que l'on pourrait appeler une *vulcanisation*. D'une façon générale, la présence de ces charges diminue l'effet d'orientation par traction après chauffage, ce qui

(1) Séance du 23 octobre 1944.

semble indiquer, comme pour le cas caoutchouc-soufre, la formation de liaisons latérales ou *ponts*. Il nous a toutefois été possible de préciser le mécanisme de cette vulcanisation.

En effet certains oxydes, HgO, CdO, PbO et peut-être ZnO, donnent lieu après chauffage du produit à des diagrammes où l'on trouve, outre l'hydrocarbure chloré non modifié, des anneaux nouveaux, d'origine cristalline et qui n'existent pas dans le mélange non chauffé. La présence de ces anneaux démontre l'apparition de composés cristallins formés au cours de la vulcanisation, et qui diffèrent suivant la charge. En particulier, avec l'oxyde HgO, il a été possible d'identifier avec certitude le composé formé comme étant le chlorure HgCl, et non, comme on aurait pu s'y attendre, le chlorure $HgCl^2$. Pour PbO, CdO, l'identification du produit n'a pas été possible d'une façon précise, mais le dégagement d'oxygène qui accompagne la combinaison de l'oxyde avec les atomes de Cl du chloroisoprène peut donner naissance à des oxydes non identifiés aux rayons X et qui proviendraient également de la liaison chlore-métal.

De toutes façons ces diagrammes prouvent qu'il y a réaction entre l'oxyde et le composé organique, celle-ci étant particulièrement nette dans le cas de HgO, où la réaction peut s'écrire

$$+ \begin{array}{c}\text{—C=}\\ |\\ \text{Cl}\\ \text{HgO}\\ \text{HgO}\\ \text{Cl}\\ |\\ \text{—C=}\end{array} \rightarrow \begin{array}{c}\text{—C=}\\ |\\ \text{O}\\ \\ \text{O}\\ |\\ \text{—C=}\end{array} + 2\,\text{HgCl}.$$

Ainsi la vulcanisation a pour effet de relier latéralement entre elles les chaînes de valences principales, par l'intermédiaire de deux atomes d'oxygène. D'ailleurs ces *ponts* se forment irrégulièrement le long des chaînes et, de plus, les atomes d'oxygène sont peu liés, d'où le dégagement de ce gaz observé au cours du chauffage.

Il est intéressant de remarquer que c'est la première fois que les rayons X permettent d'apporter un renseignement précis sur le mécanisme de la vulcanisation des caoutchoucs synthétiques.

Dans le cas du néoprène, les résultats sont beaucoup moins nets; le fait cependant que les anneaux de diffraction fournis par les oxydes métalliques contenus dans le mélange sont beaucoup moins intenses après chauffage, est de nature à confirmer qu'il y a bien combinaison, la partie combinée ne se manifestant plus aux rayons X; aucun composé nouveau n'apparaît, mais ceci peut être dû simplement au manque de sensibilité de l'analyse aux rayons X pour des quantités trop faibles de matière.

ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE. — *Sur le calcul des montages oscillateurs utilisant une lampe à trois électrodes.* Note de M. **Jean Queffelec**, présentée par M. Camille Gutton.

1. Parmi les procédés utilisés pour obtenir des courants électriques alternatifs de fréquences diverses, les montages utilisant les lampes à trois électrodes tiennent sans conteste la première place aujourd'hui. Or il n'existe pas de méthode de calcul complète pour ces montages. Les traités de radioélectricité n'indiquent pas de formule simple permettant la détermination de l'amplitude des oscillations électriques.

2. L'admission de quelques hypothèses légitimes permet de combler cette lacune.

Ces hypothèses sont les suivantes :

a. Éloignement de la saturation pendant le fonctionnement de la lampe à trois électrodes en oscillatrice. Cette hypothèse est justifiée par l'usage actuel de lampes à cathode thoriée ou *à oxydes* dont l'émission électronique est surabondante.

b. Tracé rectiligne des caractéristiques, permettant l'utilisation des formules

$$(1)\qquad \begin{cases} R_i \times i_p = v_p + \mu v_g + v_0, & \text{si } v_p + \mu v_g + v_0 \geqq 0, \\ R_i \times i_p = 0, & \text{si } v_p + \mu v_g + U_0 \leqq 0. \end{cases}$$

c. Action du courant filament-grille, négligeable.

3. Il suffit de considérer que la lampe oscillatrice *amplifie* la tension alternative de grille, pendant que cette tension est régénérée par le couplage qui existe entre le circuit de plaque et le circuit de grille.

Puisque nous supposons *a priori* que la saturation n'est pas atteinte, nous devons admettre que l'amortissement nécessaire à la limitation de l'amplitude des oscillations est provoqué par la cessation périodique du courant-plaque. L'oscillatrice travaille donc en classe C, ou plus exactement en classe C généralisée.

Si T est la période, le temps de passage du courant-plaque peut s'écrire $(2\theta/2\pi)T$, θ étant l'angle d'ouverture du courant-plaque.

L'amplification obtenue est donnée par

$$(2)\qquad \frac{V_p}{V_g} = \frac{\mu}{1 + \dfrac{\mu}{\theta - \sin\theta\cos\theta}\,\dfrac{R_i}{R_p}}.$$

4. Or l'examen du couplage entre circuits de grille et de plaque permet de déterminer la valeur que doit prendre V_p/V_g quand les circuits sont parcourus par des courants de pulsation égale à celle produite par l'oscillateur.

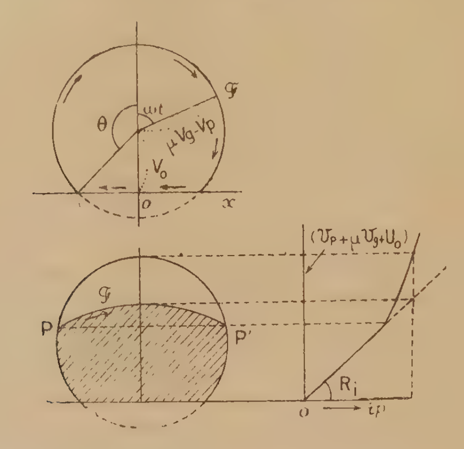
L'équation (2) est donc susceptible de nous donner l'angle θ et l'équation

$$(3)\qquad \cos\theta = \frac{V_0}{\mu V_g - V_p}$$

nous permet alors de calculer V_p. *Le problème est ainsi théoriquement résolu.*

5. L'examen des résultats obtenus montre que l'oscillateur à polarisation constante de grille se tient difficilement éloigné de la saturation, de telle sorte que pour un tel oscillateur, l'étude de l'action produite par la saturation est nécessaire.

6. Cette étude est facilitée par l'usage d'une représentation géométrique.



Si nous écrivons la tension alternative de grille sous la forme $-V_{g_0}+V_g\cos\omega t$, la tension alternative recueillie sur la plaque est de la forme $V_{p_0}-V_p\cos\omega t$, de telle sorte que les formules (1) s'écrivent, en posant $V_0=V_{p_0}-\mu V_{g_0}+U_0$,

$$(4)\quad \begin{cases} R_i\times i_p=V_0+(\mu V_g-V_p)\cos\omega t, & \text{si } V_0+(\mu V_g-V_p)\cos\omega t\geqq 0, \\ R_i\times i_p=0, & \text{si } V_0+(\mu V_g-V_p)\cos\omega t\leqq 0; \end{cases}$$

$R_i\times i_p$ est dans ces conditions égal à l'ordonnée d'un point $\mathcal{F}$ qui décrit une courbe constituée par un arc de cercle et sa corde.

Si S est la valeur de l'aire limitée par la courbe, la composante fondamentale du courant-plaque a pour expression

$$I_p=\frac{S}{\pi\times RL(\mu V_g-V_p)}.$$

Cette formule s'étend sans peine au cas où il y a saturation.

Une construction géométrique simple montre qu'entre les points P et P' où la saturation agit, le point $\mathcal{F}$ quitte l'arc de cercle pour suivre un arc de courbe plus tendu que l'on construit sans difficultés.

7. La polarisation automatique de grille par capacité et résistance dote en quelque sorte le montage d'un limiteur de tension qui permet aux lampes de se tenir éloignées de la saturation. *La prédétermination des éléments d'un oscillateur à polarisation automatique de grille a donc une réelle signification pratique.*

Cette prédétermination s'effectue aisément à l'aide d'abaques dont la construction est très simple.

	Notations. Grille.	Plaque.
Tension instantanée	v_g	v_p
Composante continue de la tension	$-V_{g_0}$	$-V_{p_0}$
Composante alternative fondamentale de la tension	V_g	$-V_p$
Intensité instantanée du courant	—	i_p

Résistance intérieure de la lampe, R_i; constante homogène à une tension, U_0; coefficient d'amplification, μ.

OPTIQUE APPLIQUÉE. — *La mesure directe du facteur d'absorption des verres d'optique*. Note de M. **André Maréchal**, présentée par M. Charles Fabry.

Pour connaître l'absorption propre d'un verre d'optique, on mesure généralement le facteur de transmission globale d'une lame à faces parallèles, puis le facteur de réflexion des faces; on en déduit facilement la proportion de lumière absorbée dans la masse du verre. On peut aussi comparer les facteurs de transmission de deux échantillons d'épaisseurs différentes, à condition que le facteur de réflexion soit le même pour les deux échantillons. Cependant ces méthodes procèdent par différence et leur précision est médiocre. Nous allons montrer que l'on peut mesurer directement le facteur d'absorption correspondant à une épaisseur de verre égale au double de celle de l'échantillon et améliorer ainsi la précision des mesures.

Appelons facteur de transparence le rapport K du flux lumineux qui parvient à la face de sortie au flux qui a pénétré dans le verre. Plaçons sur le trajet d'un faisceau de lumière parallèle un miroir de pouvoir réflecteur ρ, voisin de l'unité, utilisé sous l'incidence quasi normale et mesurons (par exemple à l'aide d'une photopile) le flux lumineux réfléchi par le miroir. Soit α la déviation obtenue au galvanomètre. Interposons maintenant l'échantillon d'épaisseur e, de façon que ses faces soient parallèles au miroir et qu'il soit traversé par le faisceau avant et après réflexion. Soit β la déviation obtenue. Des réflexions multiples prennent naissance, mais nous pouvons constater que tous les faisceaux réfléchis par les faces de la lame finissent par atteindre le récepteur; si nous prenons $1-\rho$, $1-k$ et le facteur de réflexion r d'une face de l'échantillon pour infiniment petits du premier ordre, il est évident qu'à des infiniment petits du deuxième ordre près le rapport β/α représente le facteur de transparence correspondant à l'épaisseur $2e$: on ne peut en effet attribuer la perte de flux lumineux qu'à l'absorption propre du verre au cours des deux traversées successives de la lame; on écrira donc

$$K^2 = \frac{\beta}{\alpha}.$$

Il y a lieu cependant d'exécuter le calcul rigoureux du flux qui vient impressionner le récepteur. On trouve que la relation précédente doit être affectée de

termes correctifs qui ne sont supérieurs à 1 % que si le facteur de transparence devient inférieur à 0,85. Ces corrections sont d'ailleurs faciles à appliquer.

La précision obtenue par cette méthode est satisfaisante, puisqu'en utilisant des lames de 10^{cm}, on obtient immédiatement l'absorption correspondant à 20^{cm} de verre.

Enfin il est facile de mesurer sur le même appareil le facteur de réflexion globale R et le facteur de transmission T de l'échantillon. Avec les mêmes approximations que précédemment, on peut alors vérifier que la somme des facteurs de réflexion, de transmission et d'absorption (I — K) est égale à l'unité, ou encore que l'on a

$$T + R = K.$$

Cette vérification est très précieuse pour contrôler les mesures effectuées. (On doit appliquer des termes correctifs à cette relation si l'absorption devient importante).

On a réalisé un appareil muni d'un monochromateur à autocollimation qui permet d'effectuer les mesures précédentes en lumière monochromatique dans l'étendue du spectre visible.

CINÉTIQUE CHIMIQUE. — *Radicaux libres dans le méthane soumis à la décharge électrique*. Note de MM. **Maurice Letort** et **Xavier Duval**, présentée par M. Jacques Duclaux.

1. L'expérience qui consiste à soumettre un gaz organique à la décharge électrique et à rechercher par la méthode des miroirs (Paneth) les radicaux éventuellement formés, n'a donné lieu qu'à deux publications [1], [2], dans lesquelles le cas du méthane n'a pas été étudié. Lacune regrettable, car les réactions du méthane dans la décharge sont d'une grande importance pratique, spécialement pour l'étude du mécanisme de la combustion des mélanges grisouteux provoquée par l'étincelle [3]. L'expérience a été faite sur l'éthane [2] et, dans ce cas, on n'a pas observé de dissolution des miroirs (Sb). Est-ce dire, par analogie, que la méthode de Paneth échouerait à déceler des radicaux libres dans le méthane soumis à la décharge, alors que la cinétique des réactions de ce corps admet fondamentalement l'existence de *chaînes* entraînées par des radicaux ? Nous résumerons ici un travail qui se propose de répondre à cette question; tous les détails seront publiés autre part [4].

---

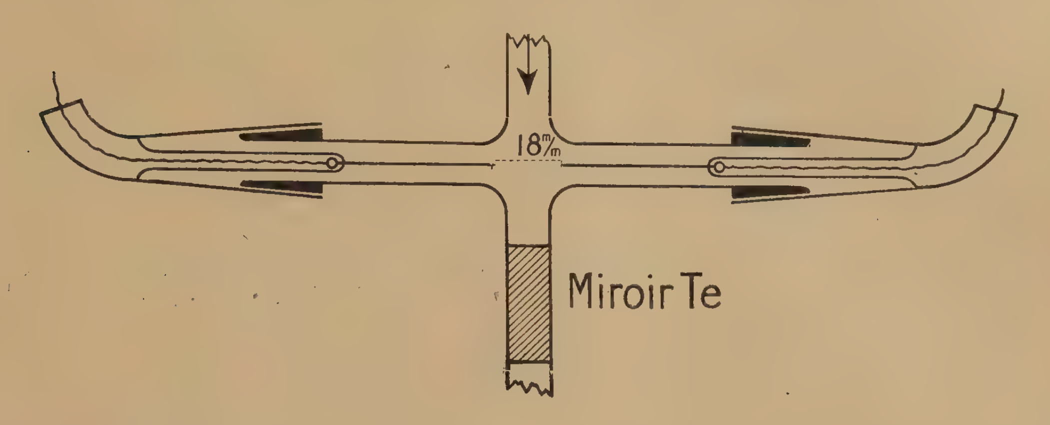
(1) F. O. Rice et Whaley, *J. Am. Chem. Soc.*, 56, 1934, p. 1311.

(2) Balandin et Lieberman, Moscou, 1934; cf. *Chem. Zent.*, II, 1935, p. 1525.

(3) E. Audibert, *Comptes rendus*, 216, 1943, pp. 348 et 449; *Ann. Mines*, 2e livraison, 1943, p. 5.

(4) M. Letort et X. Duval, *Ann. Mines*, 1944 (sous presse).

2. La figure représente la partie essentielle de l'appareil employé. Un courant de méthane très pur circule, sous une pression de 0,2 à 1 mm/Hg et dans le sens de la flèche, à travers un tube de verre. Il passe entre les extrémités de



deux fils de platine soumis à une tension qui correspond à l'éclatement de l'étincelle, dans l'air ambiant, pour un écartement de 2^{cm} des pointes. Pendant l'expérience ce tube à décharge reste froid (moins de 40° C.). Sur la paroi interne du tube, en aval des électrodes est déposé un miroir de *tellure*. Le mode opératoire ayant été mis au point en répétant avec succès les expériences de Rice et Whaley sur l'acétone ([1]), dans toutes les expériences que nous avons faites (plus de 40) *nous avons observé que le miroir se dissout* suivant une ligne nette perpendiculaire à l'axe du tube. La bordure du miroir étant initialement à 10^{mm} des électrodes, cette bordure recule en moyenne de 1^{mm} en 2 minutes; à 15^{mm} des électrodes, elle recule en moyenne de 1^{mm} en 3 minutes et demie. *D'après le test de Paneth, le méthane soumis à température ordinaire à la décharge électrique donne donc naissance à des radicaux libres.*

3. Sur la paroi interne d'un piège placé en aval du miroir et maintenu à — 195° C., un anneau très mince se dépose au cours de l'essai. Il est formé d'un corps solide rouge acajou, qui se décompose sans fondre au delà de 150° C. en abandonnant un résidu noir de tellure. Ce corps est très difficilement volatilisable; sous un vide de 0,1 mm/Hg et à 100° C., l'anneau ne s'éclaircit sensiblement qu'au bout de 30 minutes. Ce corps est très stable; conservé pendant 6 mois, il est resté identique à lui-même. Il répand une odeur alliacée, écœurante, extrêmement pénétrante et tenace. Il est insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther et l'acétone.

On peut également recueillir le produit de dissolution du miroir en portant le tube à — 80° C., à quelques centimètres ou immédiatement derrière le miroir, en aval de celui-ci. Il se fait un anneau jaune franc légèrement fluorescent qui s'épaissit et tourne à l'orangé de plus en plus foncé au cours de l'expérience, pour prendre en définitive la teinte rouge acajou déjà signalée. Ces teintes correspondraient à divers degrés de polymérisation d'un même

corps ([5]). Elles appartiennent en tous les cas au même corps; en effet, à l'air et à la lumière, la couleur jaune passe spontanément au rouge acajou en quelques jours à température ordinaire et en quelques heures à 100° C.; inversement le dépôt rouge, vaporisé sous vide, se condense à — 80° C. en donnant un anneau jaune. Signalons enfin, comme d'autres auteurs l'ont déjà observé ([5]), que de rares fois le produit de dissolution du miroir s'est présenté, à — 195° C. ou à — 80° C., sous une teinte gris très clair d'aspect métallique.

Ces caractères, que l'extrême ténuité des dépôts ne permet pas de préciser davantage, sont *tous* identiques à ceux que F. O. Rice et Glazebrook ([6]) et tout spécialement Pearson, Purcell et Saigh ([5]) attribuent aux polytelluroformaldéhydes $(CH^2Te)^n$. Par contre, nous n'avons jamais observé la formation de $CH^3-Te-Te-CH^3$ (F 19°,5 C.) et de $CH^3-Te-CH^3$ (Éb. 80° C.).

Or la discussion critique que nous donnons ailleurs ([4]) des travaux consacrés à la caractérisation des radicaux CH^3 et CH^2 par les miroirs de tellure ([5]), ([6]), ([7]) montre que l'apparition de polytelluroformaldéhydes ne semble pas pouvoir être interprétée autrement que par la présence de radicaux CH^2. Dans la mesure où cette caractérisation, fort délicate d'ailleurs, peut être considérée comme suffisamment établie, nos observations indiqueraient donc que c'est le radical CH^2, à l'exclusion du radical CH^3, qui se forme dans le méthane soumis à température ordinaire à la décharge électrique.

CÉRAMIQUE. — *Nouveau procédé d'agglomération céramique.* Note de M. **René Lecuir**, présentée par M. Paul Pascal.

On peut agglomérer une masse de grains solides en recouvrant ceux-ci d'un film de nature convenable. J'ai constaté que l'emploi d'un film constitué par un solide fusible et agglomérable à lui-même par pression apporte ainsi une solution générale au problème de l'agglomération par cuisson des poudres, à condition que le solide fondu mouille celles-ci. On utilise pour la mise en forme une pression d'autant plus faible que la température est plus voisine de celle pour laquelle l'agglomérant est fondu.

L'agglomérant choisi doit présenter un bon pouvoir mouillant, donc une faible tension superficielle, un point de fusion relativement bas et un prix de revient aussi faible que possible. Nous avons plus particulièrement utilisé, dans les laboratoires de la Société Française Radio-Électrique ([1]), l'urée et la

---

([5]) Pearson, Purcell et Saigh, *J. Chem. Soc.*, 1938, p. 409.

([6]) *J. Am. Chem. Soc.*, 56, 1934, p. 2381.

([7]) Belchetz, *Trans. Farad. Soc.*, 30, 1934, p. 170; Belchetz et Rideal, *J. Am. Chem. Soc.*, 57, 1935, p. 1168; F. O. Rice et Dooley, *ibid.*, 56, 1934, p. 1747; F. O. Rice et Glazebrook, *ibid.*, p. 2472; F. O. Rice, *ibid.*, 61, 1939, p. 213.

([1]) Brevet français déposé le 24 avril 1942 par la Société Française Radio-Électrique sous le n° 467 540. Addition déposée le 11 août 1944 sous le n° 41 859.

stéarine. L'urée a un point de fusion de 138° et une tension superficielle de 40 dynes/cm à 150°, la stéarine un point de fusion de 69° et une tension superficielle de 35 dynes/cm à 150°.

On maintient par exemple une température de 150° pendant 30 minutes dans un mélangeur cubique où la poudre à agglomérer est au contact de l'agglomérant fondu et de sa vapeur ou ses produits de décomposition. Ce traitement a pour effet de substituer l'agglomérant fondu aux gaz absorbés à la surface de la poudre; après traitement, la poudre tamisée est agglomérée sous une pression et à une température convenables.

L'aggloméré obtenu peut être ultérieurement traité comme un matériau céramique usuel; il suffit que la quantité d'agglomérant utilisée soit inférieure à celle pour laquelle se produit l'effondrement de l'objet à la température de fusion de l'agglomérant; 15 à 20 % en poids d'agglomérant donnent généralement un résultat satisfaisant.

Le départ de l'agglomérant au cours de la cuisson ne doit pas s'accompagner de la formation brutale d'une grande quantité de produits gazeux, qui entraînerait la désagrégation de l'objet. Il faut encore que la température reste à tout instant la même en surface et dans la masse pour éviter toute rupture ou déformation en cours de cuisson.

Dans la technique céramique usuelle, l'eau ou des mélanges d'eau et d'huile constituent l'agglomérant; le séchage régulier de masses importantes sous une épaisseur notable est alors d'une réalisation délicate, et il est, en outre, à peu près impossible d'arrêter l'opération à un degré de dessiccation bien défini et toujours le même. On ne peut, d'autre part, utiliser une faible quantité de liquide comme agglomérant sans se heurter aux difficultés que présente la réalisation de son mélange régulier avec une grosse masse de poudre absorbante.

Au contraire, la technique proposée permet de réaliser un mélange parfaitement régulier des proportions que l'on veut de poudre et d'agglomérant; elle supprime les opérations toujours délicates du séchage.

Enfin cette technique permet de traiter une poudre quelconque, par exemple un oxyde réfractaire, sans introduire le minimum de liant argileux que nécessitent les procédés classiques, ce qui étend ainsi le domaine des compositions chimiques justiciables d'un traitement céramique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques anomalies observées dans la saponification de certains nitriles et amides.* Note de MM. **Buu-Hoï** et **Paul-Cagniant**, présentée par M. Marcel Delépine.

Au cours de nos recherches sur la synthèse des acides α.α-disubstitués ainsi que sur l'alcoylation des naphtylacétonitriles et des tétralylacétonitriles, nous avons eu l'occasion d'enregistrer un certain nombre d'anomalies curieuses en ce qui concerne la saponification des nitriles et des amides en les acides corres-

pondants. Ainsi, par exemple, ni le cyanure de benzyle α.α-diméthylé, ni l'amide correspondant (I) ne purent être transformés en acide par la potasse alcoolique, même après plusieurs jours de chauffage; au contraire les homo-

$$C_6H_5-C(CH_3)_2-CONH_2 \quad (I)$$

$$C_6H_5-(CH_2)_n-C(CH_3)_2-CONH_2 \quad \begin{cases} (II) & n=1 \\ (III) & n=2 \\ (IV) & n=3 \end{cases}$$

logues supérieurs (II), (III) et (IV) sont aisément saponifiables dans les mêmes conditions ([1]), de même que le dérivé paraméthoxylé (V) de (III).

$$CH_3O-C_6H_4-CH_2-CH_2-C(CH_3)_2-CONH_2 \quad (V)$$

$$C_{10}H_7(1)-C(CH_3)_2-CN \quad (VI)$$

$$C_{10}H_7-(CH_2)_n-C(CH_3)_2-CONH_2 \quad \begin{cases} (VII) & n=1 \\ (VIII) & n=2 \end{cases}$$

En série naphtalénique, le naphtyl-1-acétonitrile α.α-diméthylé (VI) est rigoureusement insaponifiable; par contre l'amide supérieur (VII) est facile à saponifier ([2]), son homologue (VIII) étant à nouveau inerte vis-à-vis de la potasse alcoolique. Chose curieuse, cette inertie appartient également à l'amide (IX) ([3]) qui, structurellement parlant, est pourtant fort proche de (VII).

$$C_{10}H_7-CH_2-C(C_2H_5)(CH_3)-CONH_2 \quad (IX)$$

$$C_{10}H_7-CH(R)-CN \quad (X)$$

$$C_{10}H_{11}-CH(R')-CN \quad (XI)$$

Si l'on se tourne maintenant vers la série des naphtyl-1-acétonitriles monoalcoylés de formule générale (X), des particularités non moins intéressantes retiennent l'attention. Lorsque le radical R est un radical alcoolique normal, la saponification s'opère sans difficulté, mais, lorsque R représente un groupement cyclohexyle ou un groupement Δ_2-cyclopenténylé, la saponification n'est plus possible. Il en est de même des tétralyl-1-acétonitriles substitués de formule générale (XI), dans lesquels R′ représente un groupement cyclohexyle ou Δ_2-cyclopenténylé.

Bien qu'il ne faille pas négliger l'influence possible des facteurs polaires ou des effets d'induction quantomécaniques dus à la présence de noyaux aromatiques et de doubles liaisons (règle de clivage d'Otto Schmidt), l'ensemble des faits rapportés ci-dessus s'explique au mieux par la théorie de l'empêchement

([1]) Voir aussi Mme Ramart et J. Hoch, *Bull. Soc. Chim.*, 5e série, **5**, 1938, p. 864.
([2]) Buu-Hoï et P. Cagniant, *Comptes rendus*, **216**, 1943, p. 346.
([3]) P. Cagniant, C. Mentzer et Buu-Hoï, *Bull. Soc. Chim.*, 5e série, **10**, 1943, p. 148.

stérique. Il est aisé de voir que le noyau naphtalénique (ou tétrahydronaphtalénique), lorsqu'il est fixé en position α, apporte un empêchement bien plus important que le noyau benzénique, soit que le groupement fonctionnel (—CN ou —$CONH^2$) soit attiré dans le champ de forces compris entre les sommets 1 et 8, soit que les radicaux alcooliques (ou autres) soient repoussés vers ce même groupement fonctionnel, qu'ils arrivent à entourer d'une manière efficace. Enfin les noyaux cyclaniques ou cycléniques semblent également être plus encombrants que les restes alcoylés normaux équivalents. Au cours de ce travail nous avons préparé les corps nouveaux suivants :

1° ω.[*p-méthoxyphényléthyl*]-*diméthyl-acétophénone*

$$\underset{(4)}{CH^3O}-C^6H^4-(CH^2)^2-C(CH^3)^2-CO-C^6H^5.$$

12^g d'isobutyrophénone sont sodés par 3^g,2 d'amidure dans 50$^{cm^3}$ de benzène; on chauffe ensuite 48 heures au reflux avec 15^g de bromure de l'alcool *p*-méthoxyphényl-éthylique. Le produit obtenu est un liquide visqueux jaunâtre $É_{14}$ 225-230° (10^g); comme sous-produit, on obtient une grande quantité de 4.méthoxystyrolène. 2° *Amide* $\alpha.\alpha$-*diméthyl*-ω.*anisyl-butyrique* $C^{13}H^{19}O^2N$. 10^g de la cétone précédente sont chauffés 10 heures avec 4^g d'amidure de Na dans 60$^{cm^3}$ de toluène. On obtient 6^g d'amide, $É_{11}$ 225-227°, cristallisant du benzène en belles paillettes nacrées F 120°, peu solubles dans les hydrocarbures. 3° *Acide* $\alpha.\alpha$-*diméthyl*-ω-*anisyl-butyrique* $C^{13}H^{18}O^3$. 5^g d'amide sont chauffés 48 heures avec 100$^{cm^3}$ de potasse alcoolique à 10 % ; rendement : 2^g en un acide $É_{11}$ 198-200°, F 56-57° (de l'éther de pétrole + C^6H^6); aiguilles d'odeur désagréable à la fois butyrique et aromatique. 4° (VI) $C^{14}H^{13}N$. Obtenu en faisant agir 2^{mol} de ICH^3 sur le naphtyl-1-acétonitrile bisodé à l'amidure en milieu toluénique; liquide huileux incolore E_{10} 190-191°. 5° *Tétralyl-1.acétonitrile* Δ_2-*cyclopenténylé* $C^{17}H^{19}N$. Nous avons préparé le tétralyl-1-acétonitrile en faisant agir KCN sur la chlorométhyl-tétraline ($É_{18}$ 175-177°); ce nitrile est sodé comme d'ordinaire et traité par le Δ_2-chlorocyclopentène dans le toluène. On obtient 80 % de rendement en un liquide très visqueux, jaunâtre, $É_4$ 214-215°. 6° *Cyclohexyl-tétralyl-1.acétonitrile* $C^{18}H^{23}N$. Huile sensiblement incolore, très visqueuse, $É_3$ 209-210°, insaponifiable comme le corps précédent. 7° Δ_2.*cyclopentényl-naphtyl-1.acétonitrile* $C^{17}H^{15}N$: huile très visqueuse, E_2 213-215°, incristallisable, et résistant à la saponification. 8° *Cyclohexyl-naphtyl-1-acétonitrile* $C^{18}H^{19}N$. Huile presque incolore, très visqueuse et insaponifiable, $É_2$ 210-212°. 9° *Acide* $\alpha.\alpha$-*diméthyl*-ω-*phénylvalérianique*. Cet acide, déjà décrit par Mme Ramart et Hoch, constitue des plaques formées d'aiguilles brillantes F 38° (de l'éther de pétrole; les auteurs précédents indiquent F 35°). Son amide, qui se saponifie facilement, donne au contraire à la dégradation d'Hofmann l'*isocyanate normal* $C^6H^5(CH^2)^3-C(CH^3)^2-N=C=O$ (6^g d'amide traités par 50$^{cm^3}$ d'une solution d'hypobromite de K à 10 % et 30$^{cm^3}$ d'eau), qui constitue un liquide incolore, fluide, E_{12} 142-143°, d'odeur aromatique agréable. Le fait que cet isocyanate est isolable prouve que l'empêchement stérique peut exister pour la dégradation d'Hofmann, même dans des cas où il n'a pas lieu pour la saponification des amides. L'hydrolyse acide de cet isocyanate conduit aisément à *l'amino-2.méthyl-2-phényl-5-pentane* $C^6H^5-(CH^2)^3-C(CH^3)^2-NH^2$, liquide incolore, $É_{12}$ 123-125°, fluide, absorbant CO^2 de l'air; le chlorhydrate $C^{12}H^{19}N,ClH$ cristallise du mélange alcool-benzène en belles aiguilles feutrées F instantané : 183°; l'amide paranitrobenzoïque $C^{19}H^{22}O^3N$ se sépare du mélange benzène-ligroïne sous forme de fines aiguilles incolores F 73°.

MINÉRALOGIE. — *Nouvelles observations sur la faratsihite.*
Note de M[lle] **Simonne Caillère** et M. **Stéphane Hénin.**

La faratsihite a été décrite par A. Lacroix (1) dans des trachytes altérés du massif volcanique de l'Ankaratra à Madagascar et a été considérée par lui, d'après sa composition chimique et ses propriétés optiques, comme une kaolinite ferrifère, opinion partagée par J. Orcel (2) comme conclusion d'une première analyse thermique différentielle. Puis J. W. Gruner (3) l'a rapprochée de la nontronite et G. Nagelschmit (4) a adopté ce point de vue. S. B. Hendricks (5), se basant sur l'examen à l'aide des rayons X et de l'étude thermique différentielle, considère qu'il s'agit d'un mélange de 60 % de kaolinite purement alumineuse et de 40 % de nontronite.

Nous avons repris l'étude de cette espèce à l'aide de l'analyse thermique différentielle pour comparer les courbes respectives de la faratsihite, de la nontronite et de la kaolinite en utilisant les minéraux tels quels ou modifiés par contact avec diverses solutions d'électrolytes, traitements susceptibles, comme nous l'avons montré (6), de modifier l'amplitude des crochets et de permettre ainsi d'accuser des ressemblances ou des différences.

L'analyse thermique de la faratsihite fournit une courbe assez analogue à celle de la kaolinite. En effet d'une part, dans les deux cas, les crochets endothermiques correspondant au départ de l'eau hygroscopique et de l'eau de constitution se situent respectivement à 120° et à 520° et sont de même importance; d'autre part le crochet exothermique se produit à 900° pour le minéral malgache et seulement entre 930° et 1000° pour le kaolin; en outre il est plus étalé et moins ample dans le premier cas que dans le second. Il faut enfin noter, dans la courbe de la faratsihite, la présence d'un faible crochet endothermique vers 330°, mettant en évidence une petite quantité de goethite.

La fixation du fer sur la kaolinite donne au crochet exothermique une amplitude et un aspect analogues à ceux que nous observons dans les courbes de faratsihite, mais nous n'avons jamais remarqué d'abaissement dans la température à laquelle se produit ce phénomène.

La fixation sur la faratsihite de l'ion Na et de l'ion Ca amplifie considérablement ce crochet; celle de l'ion Fe le diminue comme dans le cas de la kaolinite.

La comparaison des courbes thermiques de la faratsihite et de la nontronite

(1) *Bull. Soc. fr., Minér.*, **37**, 1914, p. 231.
(2) *C. R. Congrès Inter. Mines*, Sect. géol. appliquée, 1935, **1**, 1936, p. 362.
(3) *American mineralogist.* **20**, 1935, pp. 475-483.
(4) *Mineralogical Magazine*, **25**, 1938, pp. 140-155.
(5) *American Mineralogist*, **24**, 1939, pp. 529-539.
(6) *Comptes rendus*, **209**, 1939, p. 684.

accuse au contraire des différences notables; d'une part dans la nontronite le crochet correspondant au dégagement de l'eau hygroscopique se produit vers 120°, comme dans la faratsihite, mais il est beaucoup plus important; d'autre part il est suivi presque immédiatement d'un second crochet assez étalé et peu profond vers 400°. Enfin la courbe de la nontronite ne montre aucun phénomène exothermique. Les divers traitements essayés, fixation de Ca, de Ba ont augmenté l'importance des crochets sans faire apparaître de particularité nouvelle.

Deux analyses thermiques effectuées sur des mélanges artificiels de kaolinite et de nontronite, à 20 % et à 40 % de ce dernier minéral, ont permis de constater que la présence de la nontronite se manifeste nettement dans ces courbes, mais ni la forme ni la position du crochet exothermique de la kaolinite ne sont modifiées. Les courbes ainsi obtenues diffèrent de celle de la faratsihite qui dans aucun cas n'a montré la présence de la nontronite et qui a mis en évidence un crochet exothermique moins aigu et à une température plus basse. La teneur possible en nontronite de la faratsihite est donc inférieure à 20 %.

Les conclusions de J. W. Gruner et de G. Nagelschmit sont à rejeter; quant à l'hypothèse de S. E. Hendricks, elle est aussi en contradiction avec ces résultats puisque l'interprétation des données de l'analyse chimique l'obligeait à admettre une teneur en nontronite de 40 %. Nous sommes conduits à penser qu'une partie du fer contenu dans la faratsihite se trouve dans le réseau kaolinique.

D'après cette étude, la faratsihite serait donc bien une kaolinite ferrifère associée à un peu de goethite et probablement à 10 ou 15 % de nontronite.

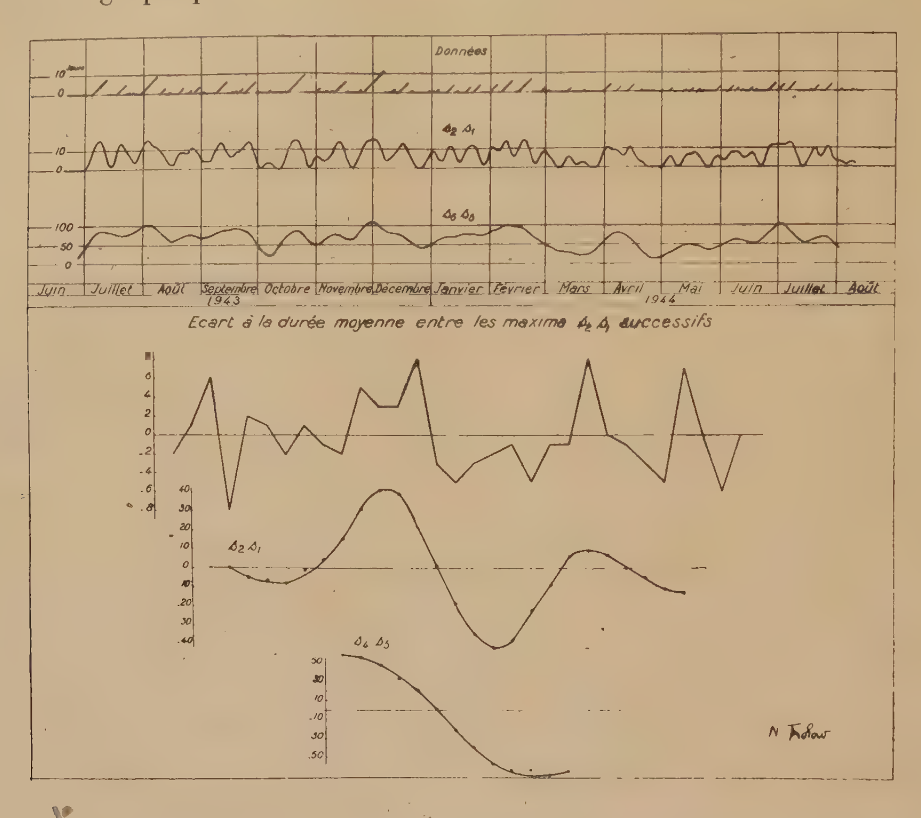
MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la prévision des époques pluvieuses.* Note de † **Nikita Frolow.**

Plusieurs chercheurs ont utilisé la méthode d'analyse harmonique de M. et Mme Labrouste pour l'étude des séries météorologiques et en ont tiré des conclusions intéressant la Géographie physique et donnant même lieu parfois à la prévision. Il restait néanmoins à explorer ce que donnerait cette méthode d'analyse appliquée à la répartition des jours de pluie. C'est à quoi je me suis appliqué.

J'ai adopté la convention d'inscrire le chiffre 1 en face de la date où il a plu et le chiffre 0 aux jours sans pluie. Sur le graphique accompagnant cette Note les jours de pluie sont représentés par un trait incliné à 45°, ce qui fait apparaître la durée des périodes pluvieuses et facilite la comparaison avec les courbes obtenues par le calcul. Ces dernières sont simplement des courbes de reconnaissance de la méthode d'analyse, dont celle $s_6 s_5$ est de rang le plus élevé.

Je me suis servi des observations personnelles, faites à Paris d'abord et

ensuite à Cigogne, commune de Faverolles, Loir-et-Cher. Ces dernières observations sont reproduites ici. Voici les quelques résultats qui apparaissent à la lecture des graphiques.



Courbe $s_6 s_5$. — L'aspect de ce graphique est complexe, mais on observe souvent une succession de sommets presque équidistants d'une vingtaine de jours et, de plus, les branches assez longues à forte pente sont toujours suivies d'un mouvement du graphique en sens inverse aussi net. Les particularités de l'année, la sécheresse printanière, par exemple, ressortent sur cette courbe peut-être mieux que sur le graphique des données.

Il me paraît en résulter que la série des nombres 0 et 1, représentant la répartition des jours de pluie, se prêterait à un développement en une somme d'un nombre limité de sinusoïdes, mais, telle quelle, elle ne serait utilisable pour la prévision des époques pluvieuses qu'au moment des mouvements accusés des courbes de reconnaissance.

Courbe $s_1 s_2$. — J'ai cherché alors un moyen qui assurerait mieux la prévision, et je crois l'avoir trouvé de la manière suivante, en partant de la courbe $s_2 s_1$, la plus complexe des courbes de reconnaissance. J'ai calculé le temps moyen s'écoulant entre deux maxima successifs de cette courbe, et j'ai noté les écarts à cette moyenne de chacun des intervalles entre deux maxima successifs. La série de ces écarts a donné lieu à une courbe de reconnaissance $s_2 s_1$ qui a

une allure se rapprochant nettement d'une sinusoïde amortie. La courbe de reconnaissance $s_4 s_5$ de cette même série a une marche encore plus régulière.

C'est en extrapolant ces deux courbes de reconnaissance qu'il m'a été possible d'annoncer jusqu'à 20 jours à l'avance la probabilité des pluies et mes prévisions ont subi le contrôle des cultivateurs de ma résidence.

Ma brève expérience n'a certainement qu'une valeur indicative. Elle montre, au moins, que la répartition des jours de pluie est une donnée que l'on peut utiliser pour la recherche, par analyse harmonique, des influences générales (marche annuelle etc.) et probablement pour la prévision.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Perturbations à début brusque de l'ionosphère et cycle solaire undécennal.* Note [1] de M. **Robert Bureau**, présentée par M. Charles Maurain.

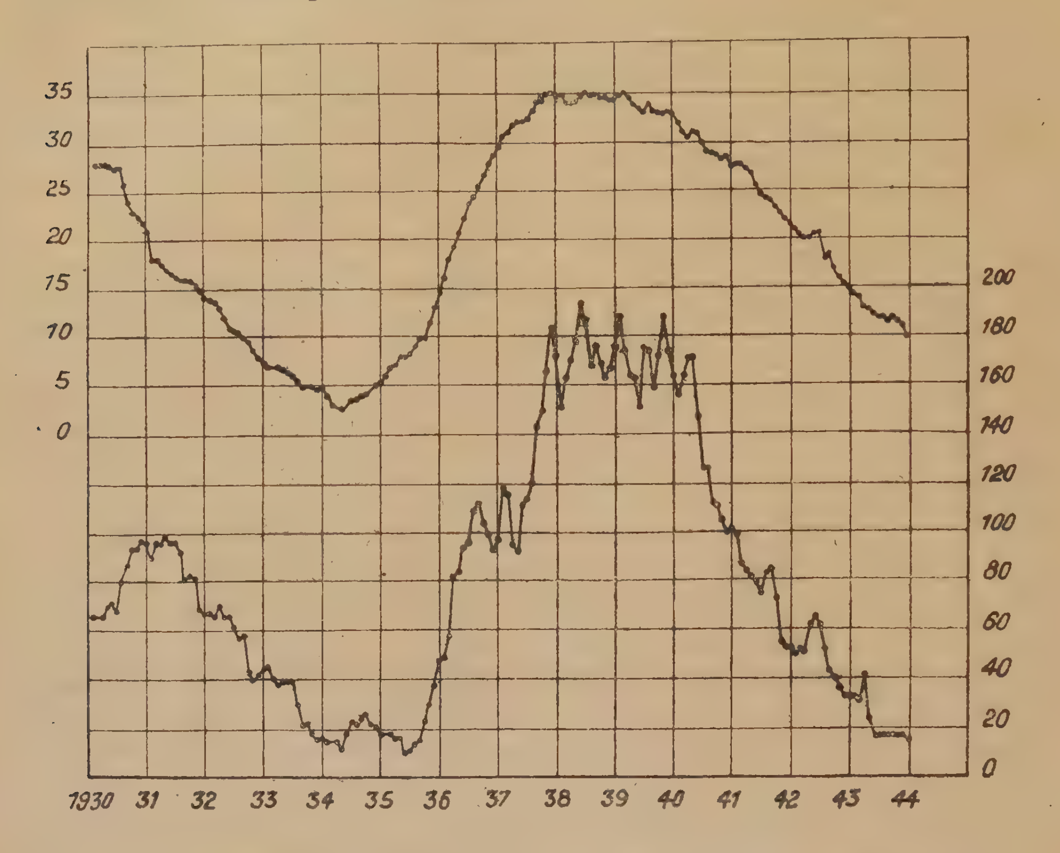
La radioélectricité nous a révélé un exemple remarquable d'une relation directe de cause à effet entre un phénomène solaire et des phénomènes terrestres : il est fourni par l'action des éruptions brillantes de la chromosphère solaire sur les régions basses (région D) de l'ionosphère terrestre. Les perturbations de l'ionosphère qui en résultent sont mises en évidence par les évanouissements brusques des ondes courtes (décamétriques), et par les renforcements brusques des ondes très longues (entre 8000 et 15000^{m}). J'ai pu signaler ce dernier effet grâce à l'enregistrement des parasites atmosphériques sur 11000^{m} de longueur d'onde [2]. Il est maintenant bien prouvé que, dans la limite des précisions expérimentales, il y a synchronisme entre les éruptions chromosphériques brillantes, les évanouissements brusques sur ondes décamétriques, les renforcements du niveau moyen d'atmosphériques sur ondes très longues (11000^{m}), et des crochets caractéristiques sur les enregistrements du magnétisme terrestre. Il est donc légitime de reprendre la documentation de longue durée et presque ininterrompue que j'ai rassemblée depuis 1929 en enregistrant le niveau général des atmosphériques, et d'y relever jour par jour les renforcements brusques dans l'espoir d'y reconstituer un historique des éruptions chromosphériques au cours d'un cycle solaire undécennal.

La figure ci-après résume les résultats de ce travail accompli pour les années 1930 à 1944 (courbe inférieure). Chaque point de cette courbe donne pour le premier jour de chaque mois le nombre total de renforcements brusques au cours des 12 mois précédents. Pour rapprocher ce résultat d'une courbe fournissant un paramètre de l'activité solaire au cours de la même période, j'ai choisi les nombres indices de l'activité solaire d'après l'observation des plages faculaires du calcium ionisé, c'est-à-dire d'après un paramètre représentant

[1] Séance du 25 septembre 1944.

[2] *Comptes rendus*, 203, 1936, p. 1275.

l'activité moyenne de la chromosphère solaire. J'ai utilisé à cet effet le *Quarterly Bulletin on Solar Activity*, ainsi que les nombres qui m'ont été fournis pour les deux dernières années par M. d'Azambuja.



Courbe supérieure : *Nombres indices de l'activité solaire (Disque entier) d'après les plages faculaires (floculi) du calcium ionisé.*

Courbe inférieure : *Nombres des perturbations ionosphériques à début brusque signalées par le renforcement des courbes d'atmosphériques sur 11 000 mètres de longueur d'onde.*

Nota *Chaque courbe est établie à l'aide d'un point par mois ; ce point correspond, soit à la moyenne des nombres indices mensuels, soit au nombre de perturbations ionosphériques dans les 12 mois précédents*

Les deux courbes accusent la même évolution undécennale, sans déphasage. L'amplitude est remarquable; elle va de près de 200 renforcements en une année à zéro (aucun renforcement de mai 1943 à août 1944). Les nombres indices fournis par l'observation des plages faculaires et les nombres annuels de renforcements brusques rendent compte l'un et l'autre d'une même activité moyenne se manifestant dans le Soleil, d'où le parallélisme général des deux courbes. Toutefois elles traduisent différents effets de cette même activité, d'où des différences de détail. C'est en effet aux éruptions chromosphériques seules,

et non aux plages faculaires qu'il faut rattacher les perturbations brusques de l'ionosphère.

L'enregistrement des atmosphériques sur 11000m de longueur d'onde peut être considéré comme l'un des moyens indirects les plus commodes de suivre mois par mois, et quel que soit l'état du ciel, l'évolution de l'activité solaire telle qu'elle se manifeste par les éruptions brillantes de la chromosphère. La surveillance à cet effet du disque solaire serait plus complète si l'on disposait de quelques enregistreurs d'atmosphériques bien répartis à diverses longitudes, pour qu'il y en ait toujours un au moins dans l'hémisphère éclairé.

MICROPALÉONTOLOGIE ET ÉVOLUTION. — *Remarques sur l'évolution des Silicoflagellidées, à propos de deux espèces crétaciques nouvelles.* Note [1] de M. **Georges Deflandre**, présentée par M. Maurice Caullery.

Dans bien des groupes d'êtres, vivants ou fossiles, des espèces banales, sans signification propre, voisinent avec des formes dont les caractères particuliers révèlent des affinités, des relations phylogénétiques interspécifiques ou intergénériques, éclairant les problèmes concernant l'évolution des groupes considérés. C'est à ces formes intéressantes qu'appartiennent deux espèces de Silicoflagellidées, nouvellement découvertes dans le Crétacé supérieur de Californie [2].

La première, *Vallacerta hannai* n. sp. [3], minuscule cupule siliceuse ornementée de 8 à 10μ de diamètre (*fig.* 1 à 7), à bord portant sept cornes creuses inégales, confirme tout d'abord la validité du genre *Vallacerta*, jusque-là monospécifique. Par sa morphologie typique, elle constitue une nouvelle démonstration de la relation phylogénétique qui unit les genres *Vallacerta* et *Corbisema* [cf. [4], p. 445], tout en rendant inutile la recherche d'une hypothèse expliquant la taille relativement élevée de *Vallacerta hortoni*. Les dimensions de *V. hannai* permettent son homologation pure et simple à l'aire apicale d'une Silicoflagellidée moyenne à 7 cornes, analogue, par exemple, à *Dictyocha deflandrei* Freng. (3 à 5 cornes).

L'existence d'un tel géniteur à 7 cornes, au Crétacé, vient à l'encontre de l'hypothèse considérant les squelettes de Silicoflagellidées à symétrie ternaire comme primordiaux, les types à 4 et 6 cornes paraissant leur avoir succédé. C'est bien un fait que les *Dictyocha* à 6 cornes et plus manquent complètement, ou sont extrêmement rares au Crétacé supérieur et à la base du Tertiaire, alors qu'ils abondent à partir du Miocène et se maintiennent jusque dans les mers actuelles. Mais *Vallacerta hannai* apporte la preuve que les types à plus de

---

(1) Séance du 23 octobre 1944.
(2) *Diatomite de Panoche Hills,* Fresno County, Cal. (Étage de Moreno).
(3) Dédiée au paléontologiste américain G. Dallas Hanna.
(4) *Comptes rendus*, **211**, 1940, pp. 445 et 508.

6 cornes, bien qu'encore inconnus, sont au contraire très anciens et que leur première apparition est fort antérieure au Miocène.

Pour la seconde espèce, *Cornua aculeifera* n. sp. (*fig.* 8, 9), des réflexions

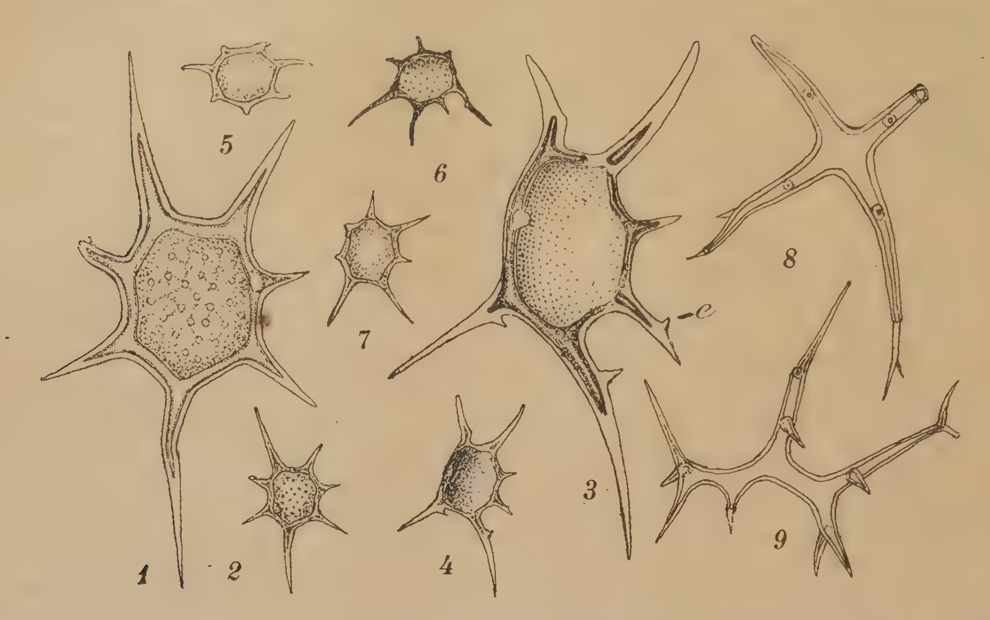


Fig. 1 à 9. — Silicoflagellidées crétaciques. 1 à 7 : *Vallacerta Hannai* n. sp. 1 et 2 : Holotype, face externe; 3 et 4 : paratype, face interne en vue oblique : *e*, épine de soutien; 5 à 7 : paratypes; 8 et 9 ; *Cornua aculeifera* n. sp.; 8 : holotype, face interne; 9 : paratype, face externe. Gross. 900, sauf figure 1 et 3, gross. 2300 environ.

d'un ordre voisin pourraient être développées, desquelles on extraira seulement les deux suivantes : 1° le maintien du genre *Cornua* Schulz se trouve justifié; 2° la possession de cornes sur l'appareil apical n'est pas l'apanage ni la caractéristique de certaines populations de *Dictyocha* tertiaires, chez qui ces cornes apparaissent avec exubérance.

Ces résultats, joints à ceux publiés en 1940, amènent à constater que des Silicoflagellidées, bâties sur le même schéma que les formes tertiaires et actuelles (anneau basal divisé en fenêtres par un appareil apical), existaient ou avaient déjà existé au Crétacé supérieur. A cette époque vivaient aussi des formes réduites à l'appareil apical (éventuellement à une aire apicale), évoquant des séries orthogénétiques, *Corbisema* (ou *Dictyocha*) *Cornua-Lyramula* et *Corbisema-Vallacerta*, séries aboutissant à des espèces apparemment éteintes dès le début du Tertiaire.

Au cours du Tertiaire, une tendance évolutive exactement opposée s'est manifestée : c'est la perte de l'appareil apical, le squelette se réduisant à l'anneau basal. Si le géniteur est absent ou inconnu, ces squelettes sont classés dans le genre *Mesocena*. Ces *Mesocena*, ainsi caractérisés, s'éteignent à la fin du Tertiaire. A l'époque actuelle, les squelettes, réduits soit à l'appareil apical

seul (formes cornuoïdes), soit à l'anneau basal seul (formes mésocénoïdes), ne sont plus que des accidents de l'ontogenèse, sans signification systématique.

Au cours du Tertiaire se sont manifestées également deux tendances évolutives de second ordre, n'affectant que la physionomie générale : l'une, par les mutations naviculaires, conduit aux *Naviculopsis* (⁵); l'autre, par des mutations plus ou moins sphériques, aboutit aux *Cannopilus*. *Naviculopsis* et *Cannopilus* sont également éteints aujourd'hui.

Ainsi entrevoit-on, dès maintenant, les grandes lignes principales de l'évolution du squelette des Silicoflagellidées : 1° Certains types connus du Crétacé supérieur, ainsi que des types hypothétiques (géniteurs des *Cornua*, *Lyramula*, *Vallacerta*), ne diffèrent pas, schématiquement, du type *Dictyocha* que revêtent les formes actuelles. 2° Les essais faits par la nature pour s'écarter de ce type, tant à la fin du Secondaire (abandon de l'anneau basal), qu'au cours du Tertiaire (abandon de l'appareil apical, modifications de la forme générale), ont l'allure d'échecs, les phylums constitués aboutissant à des espèces, parfois de grande taille, qui ne se perpétuent pas.

Le type viable, réalisé déjà au Crétacé, persiste actuellement sous la forme de quelques espèces, dont les dimensions paraissent s'être stabilisées autour d'une taille moyenne, nettement inférieure à celle de leurs ancêtres les plus grands.

PALÉOBOTANIQUE. — *Histoire forestière flandrienne du Cantal, avec phase allerödienne*. Note [1] de M. **Georges Dubois** et Mme **Camille Dubois**, présentée par M. Emmanuel de Margerie.

Nous reconstituons cette histoire d'après les analyses polliniques de trois tourbières et d'une prairie tourbeuse.

I. Les résultats les plus importants ont été fournis par la tourbière de la Taphanel à Riom-ès-Montagne, au Sud-Est de la ville, en lisière Nord du massif volcanique, vers l'altitude 950^m (tourbe 6^m, sur vase 2^m,25), et par celle du Joland à Ségur-les-Villas, sur les pentes Nord-Est du massif, vers l'altitude 1100^m (tourbe 7^m,25, sur vase 0^m,75). Les phases forestières successives ont été reconnues, les deux premières dans les niveaux vaseux, les suivantes dans les niveaux tourbeux, les uns comme les autres s'étant montrés riches en pollens forestiers [2] :

1° Chênaie et Pinède chauves ou lointaines (vase profonde de la Taphanel sans pollen ou pollens rares);

(⁵) *Comptes rendus*, 212, 1941, p. 100.

(¹) Séance 5 juin 1944.

(²) Dans les deux tourbières la base de la tourbe et la vase contiennent des Diatomees et des spicules d'Eponges.

2° Pinède avec Bouleau puis avec Chêne, et autres arbres, en outre Saule à la Taphanel;
3° Bétulaie avec Pin et autres arbres;
4° Chênaie mixte (Chêne avec Orme puis avec Tilleul) et autres arbres, avec deux poussées de Coudraie, l'inférieure intensément marquée dans les deux tourbières, la supérieure bien marquée à la Taphanel, fruste au Joland;
5° Fagabiétaie avec dominance du Hêtre ou du Sapin;
6° Forêt diversifiée subterminale et terminale (Pin, Chêne, Aulne, Bouleau, Coudrier), en outre Châtaignier en surface au Joland.

Depuis la phase de la Bétulaie jusqu'à la phase terminale, se trame une histoire très proche de celle bien connue déjà dans les Mont-Dore et le Cézallier ([3]), voisins du Cantal, depuis la phase subarctique du Flandrien jusqu'à la phase subatlantique actuelle. Ce qui est remarquable à la Taphanel et au Joland, c'est le témoignage pollinique d'une phase à Pin et Chêne, relativement xérothermique, bien qu'antérieure à celle de la Bétulaie subarctique. A la Taphanel, le Saule concourt à préciser l'âge ancien de cette phase anté-subarctique qui, ainsi qu'on le constate à la même tourbière, fut elle-même précédée par un épisode de calvitie forestière relative, la forêt de Chêne et de Pin étant clairsemée ou lointaine.

Cette phase climatique anté-subarctique correspond à l'oscillation chaude d'Alleröd en Danemark, qui, avec un caractère subarctique, s'y intercale entre deux périodes arctiques ([4]). L'oscillation d'Alleröd, qui date environ de l'an — 10000, a été reconnue en divers points de l'Europe; on lui voit prendre une allure plus chaude lorsqu'on s'éloigne de l'aire d'extension du glacier nordique. Nous la retrouvons en Cantal avec un cachet boréal xérothermique.

II. La prairie des Saignes, au Lioran, commune de Laveissière, au cœur du massif, à l'altitude 1245^{m} (terreau tourbeux, sableux à la base, 0^{m},50), ne nous a permis d'observer que la fin de l'histoire forestière précédente. Le Sapin domine jusqu'en surface, avec diversité forestière terminale peu sensible, l'entourage forestier immédiat actuel étant la Fagabiétaie.

III. La tourbière du Siliol à Riom-ès-Montagne, un peu au Nord de cette ville, en bordure Nord du massif volcanique, vers l'altitude 870^{m} (tourbe très fluide 2^{m},30, sur vase 0^{m},60) ([5]), révèle une histoire forestière postérieure à la première poussée du Coudrier et assez différente de celle précédemment tracée. En effet, jusqu'à la phase subterminale, ici fort diversifiée, la Chênaie persiste, égalant ou dominant le Hêtre; le Sapin, après une précoce poussée au début de la période atlantique, disparaît rapidement. Notons que l'interpénétration de la Chênaie et de la Hêtraie est un dispositif du paysage forestier cantalien actuel à de basses altitudes ([6]). Rappelons surtout que la nette persi

---

([3]) Travaux de M. Denis, G. Erdtmann, F. Firbas et G. Lemée.
([4]) N. Hartz, *Danmarks Geol. Unders.*, II, 11, 1902, pp. 6-29, 73-76.
([5]) Diatomées vers le haut et vers le bas de la tourbe et dans la vase.
([6]) G. Aufrère, *Carte botanique du Cantal*, 1937.

stance du Chêne pendant les périodes subboréale et subatlantique du Flandrien, avec faible développement du Hêtre et effacement presque total ou total du Sapin, sont des caractéristiques essentielles de l'histoire forestière de la Montagne limousine ([7]).

IV. CONCLUSIONS. — L'histoire forestière flandrienne du massif du Cantal est de type montagnard auvergnat au-dessus de 900^m, depuis sa lisière septentrionale jusqu'à son centre, avec une phase xérothermique allerödienne antérieure à la période subarctique. Elle est de type limousin plus bas que 900^m en bordure Nord du massif.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'action combinée de deux composées du soufre dans la croissance des Bactéries pourpres.* Note ([1]) de Mme **Odile Pavillard**, présentée par M. Louis Blaringhem.

J'ai montré ([2]) la relation entre la croissance des Bactéries pourpres et la quantité de soufre présente sous la forme d'espèces chimiques diverses (Na^2S, $S^2O^3Na^2$, SO^4Na^2, S) dans les milieux de culture. Des trois sels utilisés le sulfure est le plus efficace; par exemple, lorsqu'on suit la culture par opacimétrie et que l'évaluation est faite en unités arbitraires de l'électrophotomètre de Meunier, l'opacité maximum, obtenue avec Na^2S comme source de soufre, est 72 pour 87^{mg} de soufre par litre, et 80 en milieu à pH fixe 8,2 pour 100^{mg} par litre. Le thiosulfate ne permet ni en solution non tamponnée, ni à ce même pH, une croissance aussi importante. Le sulfate est sans action.

J'ai recherché quelle serait l'action combinée de deux composés différents du soufre, à savoir Na^2S et $S^2O^3Na^2$. Une série de milieux de culture a réuni une quantité fixe de sulfure (contenant suivant les expériences 5, 20, 50^{mg} de soufre) et une quantité supplémentaire de soufre sous forme de thiosulfate. Les résultats obtenus dans les cultures peuvent être comparés soit à ceux qu'aurait fournis l'emploi de la quantité de chacun des sels utilisée, soit à ceux qu'on a obtenus dans les expériences témoins comportant la même quantité totale de soufre sous l'une seule des deux espèces chimiques

On n'a pas eu recours ici à la numération directe, mais à la mesure opacimétrique seule. On a choisi pour l'expérience une durée (30 jours environ) telle que les granules de soufre transitoirement formés dans les bactéries aient toujours complètement disparu.

Les résultats doivent être interprétés de la manière suivante : la prise de la culture employée à l'ensemencement introduit une quantité de bactéries qui

([7]) G. Dubois, Mme C. Dubois et L. Glangeaud, *Rev. Sc. Nat. d'Auvergne*, N. S., **8**, 1942, p. 177; G. Lemée, *Comptes rendus*, **216**, 1943, p. 74.

([1]) Séance du 30 octobre 1944.

([2]) Mlle Odile Gerhardt, *Comptes rendus*, **218**, 1944, p. 368.

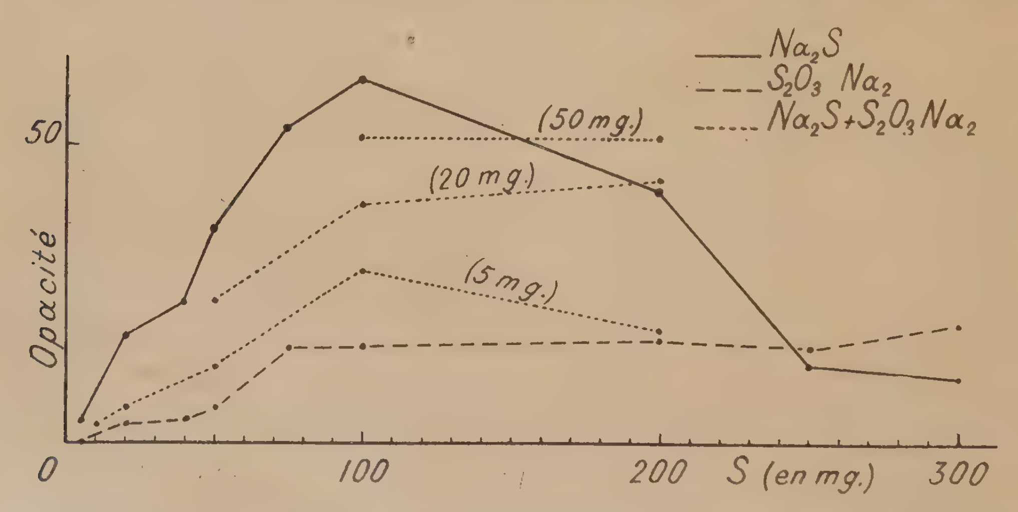
s'exprime par l'opacité des milieux ensemencés, au début de la culture. Dans une même expérience, cette valeur est fixe, soit 19 unités dans celle qui va être analysée. L'efficacité du soufre du milieu de culture se traduit par la différence entre le nombre d'unités lu à la fin de l'expérience et 19. Par exemple, 50^mg de soufre en Na^2S fournissant en fin d'expérience une culture d'opacité 55; l'efficacité est $55 - 19 = 36$. De même une culture où les 50^mg de soufre par litre sont offerts sous forme de $S^2O^3Na^2$ a pour efficacité $25 - 19 = 6$.

Si nous réunissons dans un même milieu 50^mg de soufre par litre sous forme Na^2S et 50^mg de soufre par litre sous forme $S^2O^3Na^2$, nous pouvons prévoir, si chacun des deux corps agit comme s'il était seul, une efficacité qui soit le total $36 + 6 = 42$. Or la culture donne comme résultat une opacité de 70, qui, diminuée de 19, indique une efficacité de 51.

Ainsi le mélange de soufre, sous les 2 formes de Na^2S et $S^2O^3Na^2$, fournit une croissance meilleure que celle réalisée isolément avec chacun des constituants.

D'autre part c'est, dans cette expérience, 100^mg de soufre par litre que nous avons offerts. Si les 100^mg avaient été fournis sous forme de Na^2S, l'efficacité eût été $80 - 19 = 61$, et pour $S^2O^3Na^2$ avec même concentration en soufre $35 - 19 = 16$. Ainsi la croissance eût été plus forte encore avec le soufre sous la seule forme Na^2S; l'optimum pour ce corps est en effet supérieur à 50^mg par litre.

Lorsque l'expérience est réalisée suivant ce type avec 20^mg de soufre sous



forme Na^2S et 180^mg de soufre sous forme $S^2O^3Na^2$, dont les efficacités respectives sont 18 et 17, soit au total 35, nous obtenons en fait une croissance plus forte que le total des deux croissances prévues, avec une efficacité de 44. Dans les conditions envisagées (total de 200^mg de soufre par litre), chacun des deux constituants pris isolément eût fourni une efficacité moindre ou au plus égale, Na^2S, 42; $S^2O^3Na^2$, 17.

Les résultats des trois séries d'expériences sont traduits par le graphique ci-contre.

On ne saurait interpréter les résultats obtenus dans l'hypothèse où les métabolismes portant sur le sulfure et le thiosulfate seraient totalement indépendants. Une partie de thiosulfate a son efficacité augmentée, comme s'il était transformé en sulfure. Mais le lien qui existe entre ces métabolismes ne saurait être tel que tout le soufre soit utilisé finalement suivant la réaction la plus efficace : les 180^{mg} de soufre sous forme $S^2O^3Na^2$, progressivement utilisés sous forme de Na^2S, devraient fournir une croissance au moins égale à celle qui correspond à l'optimum pour Na^2S. On peut donc déjà, de l'examen de ces résultats, conclure à la complexité du métabolisme du soufre sous l'action des Bactéries pourpres.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le rôle respectif de l'obscurité et de la lumière dans les phénomènes du photopériodisme.* Note de M. **Pierre Chouard**, présentée par M. Louis Blaringhem.

Certains auteurs, anglais et russes ([1]), affirment que le photopériodisme est la manifestation du besoin absolu d'une « phase d'obscurité » qui serait nécessaire, pendant un temps plus ou moins long, à l'origine du développement de *toutes* les plantes à fleurs : les espèces « de journées longues » seraient celles chez lesquelles le besoin d'obscurité ne se ferait sentir que pendant les premiers temps de la vie de la plante, au moins durant la phase dite de « vernalisation » et peu après; les espèces « de journées courtes » seraient celles chez lesquelles le besoin d'obscurité s'étendrait au moins jusqu'à l'approche de la floraison.

Je pense au contraire que les plantes de journées longues n'ont aucun besoin absolu d'obscurité; je les appelle pour cette raison *héméropériodiques*. Si l'obscurité et non la seule brièveté du jour peut être, chez les plantes de journées courtes, que j'appelle pour cette raison *nyctopériodiques*, la condition nécessaire à la floraison, cette nécessité n'a pas un caractère général : l'obscurité doit être inutile à la floraison des plantes héméropériodiques ([2]).

Il reste à donner une démonstration certaine de cette affirmation. En effet, s'il est bien connu que beaucoup d'auteurs ont réussi à élever des plantes complètement à la lumière continue, jamais il n'a été rapporté, à ma connaissance, que la germination même ait eu lieu en pleine lumière *dans ces expériences* : les graines, enfouies dans la terre des pots, vivent ainsi à l'obscurité leur

---

([1]) Voir notamment R. O. Whyte et M. A. Oljhovikov, *Chronica Botanica*, 4e à 6e séries, 5, 1939, pp. 327-337; *Nature*, 143, 1939, pp. 301-302; N. G. Cholodny, *Herbage Reviews*, 4e série, 7, 1939, pp. 235-247.

([2]) P. Chouard, *Comptes rendus*, 216, 1943, p. 591; *Rev. des Agr. de Fr.* (*Journ. d'Agr. Prat.*), 76, 1944, p. 23 (n° 11 et suivants en cours de parution).

première phase, ce qui permet aux auteurs précités de maintenir leur affirmation d'un besoin absolu et initial d'obscurité.

Pour apporter la démonstration contraire, j'ai semé des graines en surface, simplement déposées sur la terre humide du pot, maintenues en atmosphère saturée par le trempage de la base du pot dans l'eau et par la pose d'une plaque de verre sur le pot. Les pots ainsi préparés ont été exposés à la pleine lumière du jour et, du crépuscule à l'aube, à l'éclairement d'environ 200 lux d'une lampe à incandescence, éclairement connu comme bien supérieur au minimum capable d'intervenir dans les phénomènes du photopériodisme. Après germination, la plaque de verre a été retirée et le traitement a été maintenu.

Voici les résultats observés, le semis ayant été fait le 12 juin 1944 et l'éclairement de nuit ayant pu être maintenu jusqu'au 28 août 1944.

1° Plantes *de printemps* (n'exigeant qu'une température tiède pendant leur phase initiale de vernalisation et aptes à répondre ensuite aux conditions d'éclairement) : *Blé de printemps Fylgia*, *Blé Amidonnier Blanc*, *Blé Engrain*, épiaison et floraison en juillet-août, grains bien formés en fin août, maturité complète autour du 15 septembre. *Mâche verte à cœur plein*, floraison débutant en août, *Cresson alénois*, floraison en juillet, suivie de maturité totale.

2° Plantes *d'hiver* (exigeant une température froide avant de pouvoir fleurir sous des jours de durée appropriée) : *Blé d'hiver Bon Fermier*, *Blé Épeautre*, *Blé Poulard*, restent en rosettes feuillées, sans aucune épiaison.

Parallèlement, des lots témoins ont été soumis à l'éclairement normal des jours longs coupés de nuits courtes (juin à septembre). Les résultats ont été analogues, marquant cependant un léger retard dans les floraisons (2 ou 3 jours pour le Cresson alénois, 10 à 15 jours pour les Blés).

Cet essai, réduit à ses traits essentiels du fait des circonstances de guerre, vient donc à l'appui de la théorie explicative du photopériodisme que j'ai rappelée plus haut : la mise à fleurs exige toujours l'action de l'éclairement, coupé ou non d'obscurité. Chez les plantes héméropériodiques, aucun instant d'obscurité n'est nécessaire à aucun moment du développement, même aux débuts de la germination; en journée continue la floraison se produit, pourvu seulement que la température initiale ait été favorable au déroulement de la phase de vernalisation.

PHYSIOLOGIE. — *Électivité d'action du glucose et du lévulose sur l'excitabilité nerveuse.* Note de M[mes] **Berthe Chauchard** et **Henriette Mazoué** et MM. **Paul Chauchard** et **Raoul Lecoq**, présentée par M. Louis Lapicque.

Au cours d'une étude sur le retentissement nerveux des variations de la teneur du sang en glucose, l'un de nous a signalé (¹) que l'injection à un Cobaye

(¹) P. Chauchard, *Rev. Neurol.*, 73, 1941, p. 245.

normal de quelques milligrammes de ce sucre provoque un allongement des chronaxies nerveuses motrices des systèmes antagonistes de la patte, action analogue à celle des dépresseurs nerveux; il a souligné le fait que cette propriété inattendue du glucose pouvait intervenir comme facteur favorisant dans l'apparition du coma diabétique. Plus récemment, nous avons également retrouvé ce phénomène sur le Rat et sur le Pigeon, après injection intrapéritonéale du même hexose ([2]).

S'agit-il là d'une action particulière au glucose ? Pour le savoir il importait de rechercher les effets de quelques autres sucres; c'est ce que nous nous sommes proposé de faire sur la demande de M. L. Lapicque. Suivant ses conseils, nous avons tout d'abord injecté comparativement à des Cobayes ou à des Rats, par la voie intrapéritonéale, des doses de 1 à 10^{cg} de glucose et de sorbitol, ce polyalcool ne différant du glucose que par la substitution d'une fonction alcool à la fonction aldéhyde.

Avec le glucose, nous avons retrouvé l'allongement décrit précédemment; les chronaxies passent, en 10 à 15 minutes, à des chiffres 3 à 6 fois plus élevés que normalement; la durée de l'évolution et l'ampleur du phénomène dépendent de la dose; le retour à la normale est progressif et toujours réalisé une heure après injection. Le phénomène disparaît sur l'animal anesthésié ou après section du nerf; il ne s'agit donc pas d'une action nerveuse directe, mais du retentissement d'une atteinte encéphalique, c'est-à-dire d'un processus rentrant dans la subordination (L. Lapicque); et cette atteinte est dépressive, puisque les chronaxies augmentent. Avec le sorbitol au contraire, il n'a jamais été possible d'enregistrer de variations d'excitabilité : les chronaxies restent normales. Aux doses utilisées, ce corps est dépourvu d'action nerveuse; nous avons constaté qu'il en est de même avec un autre polyalcool dérivé du mannose, le mannitol.

Nous avons entrepris, en outre, l'étude d'autres glucides : hexoses à fonction cétone ou aldéhyde, tels que le lévulose et le galactose, et diholosides (sucres en C_{12}), tels que le saccharose, la lactose et le maltose.

Seule l'injection de lévulose ou fructose (hexose à fonction cétone) provoque les mêmes effets que celle du glucose, mais avec une amplitude un peu plus faible. Par contre tous les autres sucres envisagés sont inactifs. Signalons simplement une très faible et très fugace augmentation des chronaxies avec des doses faibles de galactose : les chronaxies ne doublent pas et tout est rentré dans l'ordre en 5 minutes au plus; aux doses plus élevées, le phénomène ne se manifeste plus. En dépit de sa fonction aldéhyde, cet hexose n'est donc pas comparable au glucose et au lévulose. Ce fait nous apporte un nouvel exemple du comportement très spécial du galactose dans l'organisme, souvent signalé en d'autres domaines. Rappelons notamment la possibilité qu'a ce sucre de

([2]) R. Lecoq, P. Chauchard et H. Mazoué, *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 26, 1944, p. 79.

provoquer des troubles nerveux graves chez les sujets en recevant une forte proportion dans leur régime (déséquilibre alimentaire au galactose), alors que dans les mêmes conditions le glucose est bien supporté ([3]). Le galactose étant sans effet sur l'excitabilité, on comprend que, dans les déséquilibres glucidiques alimentaires qu'il conditionne, puissent se produire, de même que dans l'avitaminose B, des allongements de chronaxie nerveuse d'origine hypoglycémique ([4]).

Nos observations montrent d'autre part que la combinaison dans les diholosides de deux hexoses actifs (glucose ou lévulose), comme dans le saccharose ou le maltose, ou l'association d'un de ces hexoses au galactose, comme dans le lactose, abolit toute activité. Leur hydrolyse dans l'organisme se révèle ainsi ou trop lente ou insuffisante.

Nous pouvons donc conclure que l'action dépressive exercée par un excès de glucose sur les centres nerveux est un phénomène quasi spécifique de ce glucide, lié à son utilisation principale par l'organisme; aussi ne la rencontre-t-on qu'atténuée pour le lévulose. Le galactose, le saccharose, le maltose, le lactose, le sorbitol et le mannitol se montrent par contre sans activité.

La séance est levée à 17h.

L. B.

([3]) L. Randoin et R. Lecoq, *Comptes rendus*, **185**, 1927, p. 1068; R. Lecoq, *ibid.*, **196**, 1933, p. 807.

([4]) R. Lecoq, P. Chauchard et H. Mazoué, *Comptes rendus*, **216**, 1943, p. 211.

ERRATA.

(Séance du 31 janvier 1944.)

Note de M. *Léopold Escande*, Expression de la perte de charge à la traversée d'une grille :

Page 180, formule (2'), *au lieu de* $\left[\frac{\lambda^2}{K-\lambda(1-K)^2}+1\right]$, *lire* $\left[\frac{\lambda^2}{[K-\lambda(1-K)]^2}+1\right]$.

Page 181, lignes 11 et 12, *au lieu de* C_1, ξ_1, (1) et (1'), *lire* C_2, ξ_2, (2) et (2').

(Séance du 25 septembre 1944.)

Note de MM. *Edmond Brun* et *Robert Caron*, Étude au voisinage d'un obstacle, de particules en suspension dans un courant fluide :

Page 308, supprimer le graphique.